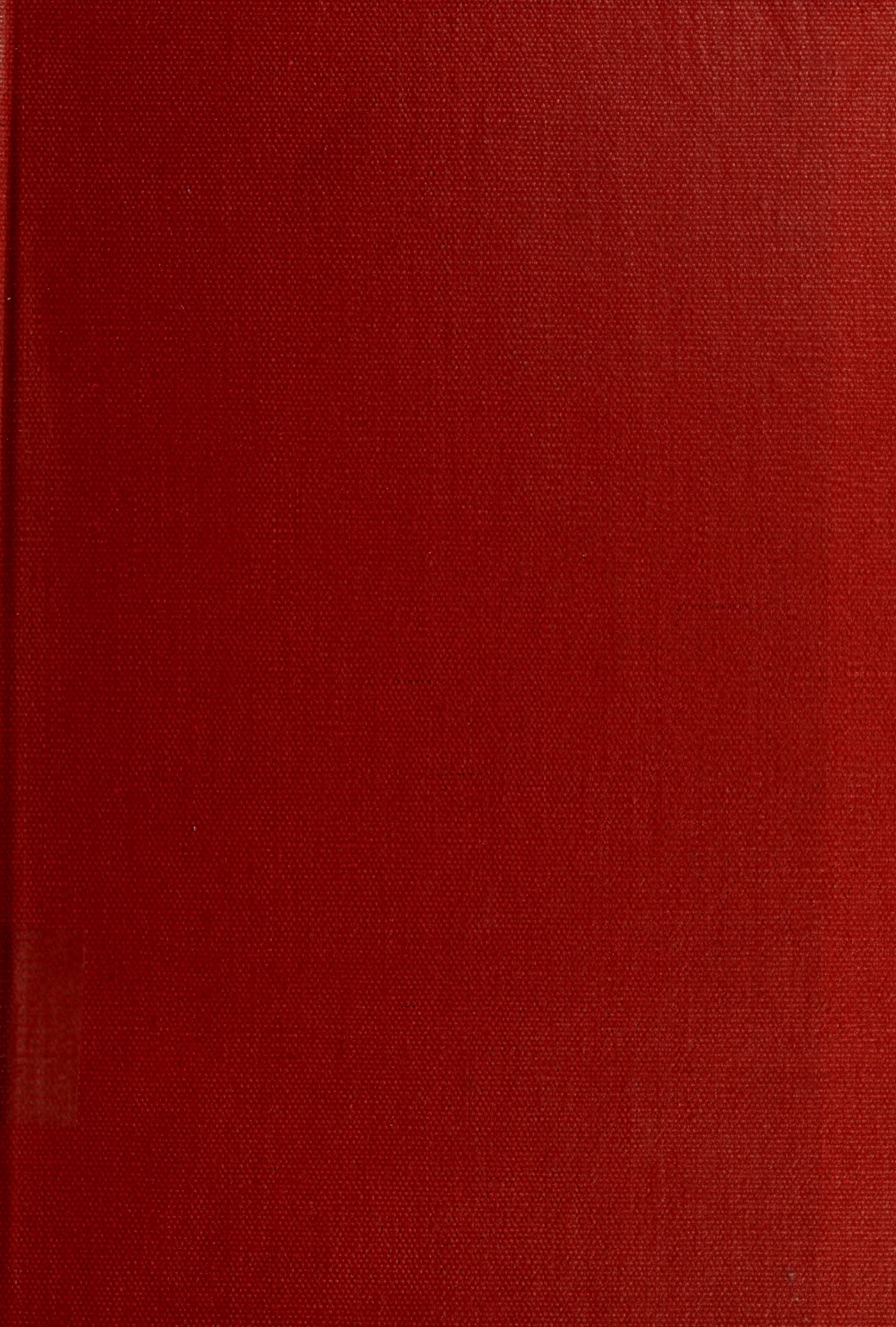
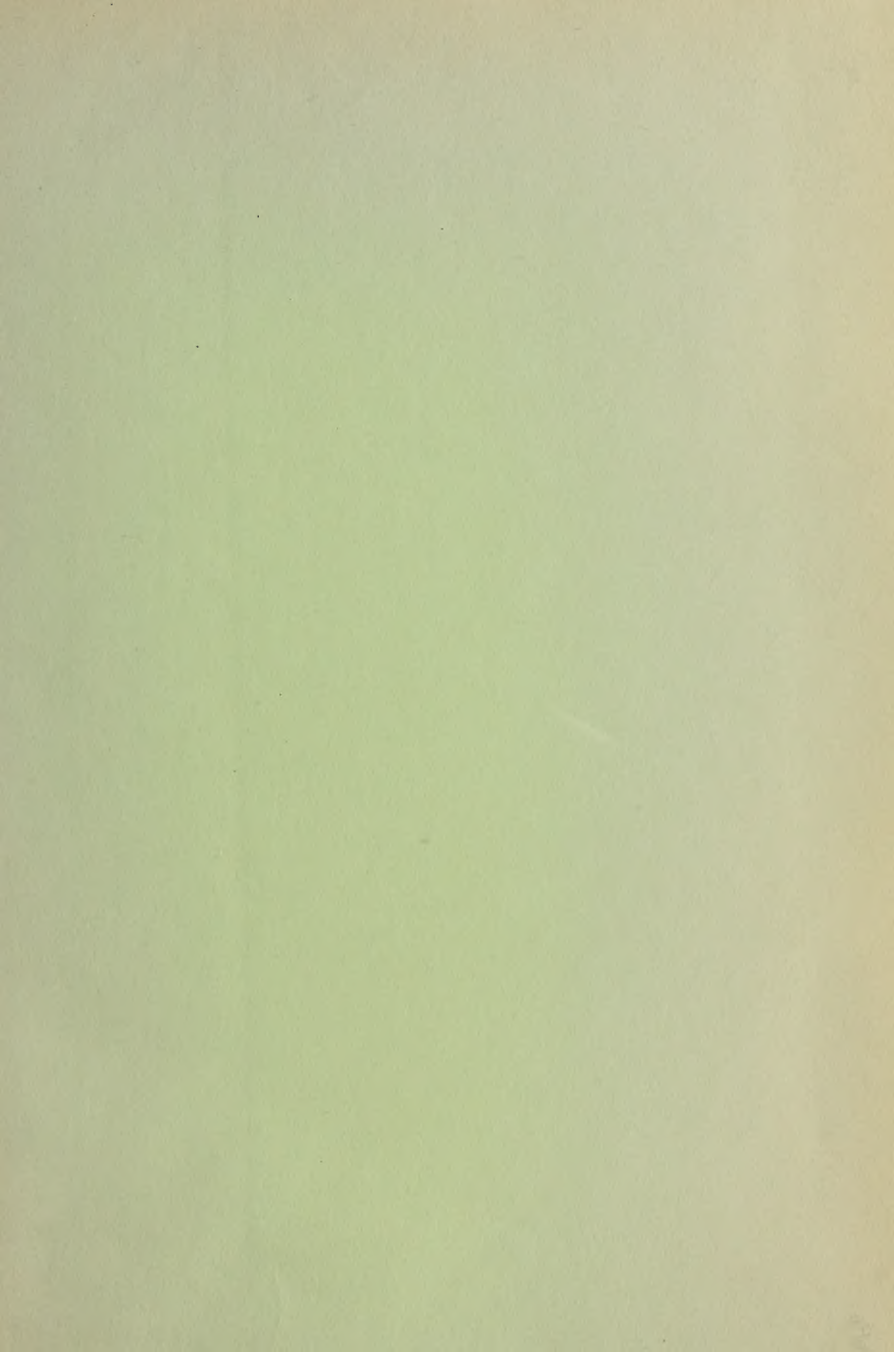










SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1884.

ZWEITER HALBBAND. JUNI BIS DECEMBER.

STÜCK XXIX—LIV MIT ZEHN TAFELN, DEM VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN, NAMEN- UND SACHREGISTER.

BERLIN, 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

INHALT.

Inhalt.

1884.
XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

12. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Diels las über Apollodor's Akme.

2. Hr. Kronecker machte die umstehend folgende Mittheilung über den dritten Gauss'schen Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste.

3. Derselbe legte die gleichfalls hier folgende Einsendung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Lipschitz in Bonn vor: Bemerkung zu der Abhandlung: Untersuchungen über die Bestimmung von Oberflächen mit vorgeschriebenem Ausdruck des Linearelements.

4. Der Druck einer von Hrn. Dr. G. Krabbe hierselbst verfassten Arbeit: über das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen unter Berücksichtigung der Rindenspannung, welche die Resultate von durch die Akademie unterstützten Untersuchungen des Verfassers enthält, in dem laufenden Jahrgang der »Abhandlungen« wurde beschlossen.

5. Hr. Virchow theilt aus einem Briefe des Reisenden der Humboldt-Stiftung, Dr. Arning, aus Honolulu, 30. April, mit, dass es demselben gelungen ist, den Nachweis von Lepra-Bacillen auch in ausgeschnittenen Nerven von Patienten, welche an der sogenannten Lepra anaesthe-

tica leiden, zu führen. Damit ist die Constanz des Vorkommens dieser Bacillen in allen Formen des Aussatzes und die Bedeutung derselben für die Entstehung der Krankheit nachgewiesen.

6. Hr. Diels legte den soeben erschienenen zweiten Halbband des 23. Bandes der neuen Ausgabe der Aristoteles-Commentatoren vor.

7. Hr. H. R. Göppert in Breslau, correspondirendes Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe, ist am 18. Mai verstorben.

8. Am 10. Juni feierte Hr. Zachariä von Lingenthal auf Grosskmehlen, correspondirendes Mitglied der philosophisch-historischen Classe, sein fünfzigjähriges Doctorjubiläum. Die Akademie hat zu diesem Tage die unten folgende Adresse überreicht.

9. Zu den folgenden von der philosophisch-historischen Classe beschlossenen Bewilligungen: von 3000 Mark für Hrn. A. Kirchhoff zur Fortsetzung des griechischen Inschriftenwerkes; von 4500 Mark für HH. Droysen, Duncker und von Sybel zur Fortsetzung der Herausgabe der politischen Correspondenz Friedrich's II. und von 1500 Mark für dieselben Mitglieder zur Herausgabe der Staatsschriften Friedrich's II.; von 5000 Mark für HH. Bonitz, Diels und Zeller zur Fortsetzung der Herausgabe der Aristoteles-Commentatoren, und zu der von der physikalisch-mathematischen Classe beschlossenen Bewilligung von 3000 Mark für Hrn. Prof. G. Schweinfurth in Cairo zur Deckung der Kosten einer soeben ausgeführten geologischen Forschungsreise in der westlichen aegyptischen Wüste ist die Genehmigung des vorgeordneten Ministeriums erfolgt.

10. Es wurde beschlossen, aus dem diessjährigen Erträgniss der Humboldt-Stiftung 4000 Mark an Hrn. Dr. Ed. Arning zur Fortsetzung seiner im Vorjahre mit Stiftungsmitteln begonnenen parasitologischen Untersuchungen über Lepra auf den Sandwich-Inseln, und 5000 Mark an Hrn. Prof. G. Schweinfurth zum Behuf einer geographischen, geognostischen und naturgeschichtlichen Untersuchung der Wüstengebiete zwischen dem Unterlauf des Nils und dem Rothen Meere zu bewilligen.

Über den dritten Gauss'schen Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste.

Von L. Kronecker.

Die Bemerkungen III, IV, V im *art.* 4 der Gauss'schen Abhandlung vom Jan. 1808[1] können mit Hülfe der Bezeichnungen, welche ich in meinem neulich mitgetheilten Beweise des Reciprocitätsgesetzes[2] angewendet habe, durch die einfache Formel:

$$\text{(A)} \qquad \operatorname{sgn.} \mathrm{R}(a) = (-1)^{[2a]} = (-1)^{[n-2a]} \qquad (n \text{ ungrade})$$

dargestellt werden. Die Richtigkeit dieser Formel ergiebt sich — ebenso wie in der citirten Gauss'schen Abhandlung — daraus, dass erstens die durch die Bedingung:

$$2a - 1 < [2a] \leqq 2a$$

definirte ganze Zahl $[2a]$ gleich $2[a]$ oder gleich $2[a]+1$ wird, je nachdem der Rest $\mathrm{R}(a)$, welcher verbleibt, wenn von der reellen Grösse a die ihr nächste ganze Zahl subtrahirt wird, positiv oder negativ ist, und dass zweitens die Summe:

$$[2a] + [n-2a]$$

gleich $n-1$, also gleich einer graden Zahl wird, wenn n ungrade ist.

Ist $0 < \alpha_0 < \frac{1}{2}$ und $\alpha = 2\alpha_0$ oder $\alpha = 1 - 2\alpha_0$, je nachdem $2\alpha_0$ kleiner oder grösser als $\frac{1}{2}$ ist, so ist auch $0 < \alpha < \frac{1}{2}$, und es wird vermöge der Gleichung (A):

$$(\mathrm{A}^0) \qquad \operatorname{sgn.} \mathrm{R}(n\alpha_0) = (-1)^{[n\alpha]}.$$

Diese Bestimmung des Vorzeichens von $\mathrm{R}(n\alpha_0)$ geht also unmittelbar aus den erwähnten vorbereitenden Bemerkungen im dritten Gauss'schen Beweise des Reciprocitätsgesetzes hervor; nun bedarf es aber nur noch der weiteren Bemerkung, dass offenbar;

$$(-1)^{[n\alpha]} = \operatorname{sgn.} \prod_k \left(\frac{k}{n} - \alpha\right) \qquad \left(\begin{array}{c} 0<\alpha<\frac{1}{2} \\ k=1,2,\ldots \frac{1}{2}(n-1) \end{array}\right)$$

[1] Theorematis arithmetici demonstratio nova. Gauss' Werke, Bd. II, S. 5.
[2] Sitzungsberichte von 1884, XXIII, S. 519 und folgende.

ist, um aus der alsdann resultirenden Bestimmung des Vorzeichens von $R(n\alpha_0)$:

$$(\bar{A}) \qquad \operatorname{sgn.} R(n\alpha_0) = \operatorname{sgn.} \prod_{k=1}^{k=\frac{1}{2}(n-1)} \left(\frac{k}{n} - \alpha\right) \qquad \begin{pmatrix} 0<\alpha_0<\frac{1}{2}\,;\, 0<\alpha<\frac{1}{2} \\ \alpha = 2\alpha_0 \text{ oder } 1-2\alpha_0 \end{pmatrix}$$

das Reciprocitätsgesetz selbst zu erschliessen und also alle in der citirten GAUSS'schen Abhandlung weiterhin vorkommenden, in VI bis IX des *art.* 4 und in *art.* 5 bis 7 enthaltenen Entwickelungen entbehrlich zu machen.

Ist nämlich m eine positive ungrade Zahl und bedeuten h, h_0, h'_0 positive Zahlen, die kleiner als $\frac{1}{2}m$ sind, so wird vermöge der Gleichung $(\bar{A})$:

$$(B) \qquad \operatorname{sgn.} R\left(\frac{nh_0}{m}\right) = \operatorname{sgn.} \prod_k \left(\frac{k}{n} - \frac{h}{m}\right) \qquad \left(k=1,2,\ldots\tfrac{1}{2}(n-1)\right),$$

wenn $h = 2h_0$ oder $h = m - 2h_0$ genommen wird, je nachdem $2h_0$ oder $m - 2h_0$ kleiner als $\frac{1}{2}m$ ist; es besteht daher für jede Zahl h_0 eine Congruenz:

$$(C) \qquad nh_0 \equiv h'_0 \operatorname{sgn.} \prod_k \left(\frac{k}{n} - \frac{h}{m}\right) \pmod{m} \qquad \left(k=1,2,\ldots\tfrac{1}{2}(n-1)\right).$$

Setzt man hierin der Reihe nach $h_0 = 1, 2, \ldots \frac{1}{2}(m-1)$ und multiplicirt die dadurch entstehenden Congruenzen mit einander, so erhält man, falls m Primzahl ist, für das LEGENDRE'sche Zeichen $\left(\frac{n}{m}\right)$ die Bestimmung:

$$(D) \qquad \left(\frac{n}{m}\right) = \operatorname{sgn.} \prod_{h,k} \left(\frac{k}{n} - \frac{h}{m}\right) \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots\frac{1}{2}(m-1) \\ k=1,2,\ldots\frac{1}{2}(n-1) \end{pmatrix}.$$

aus welcher das Reciprocitätsgesetz unmittelbar erhellt.

Vorstehende Vereinfachung des dritten GAUSS'schen Beweises enthält zugleich die naturgemässe Herleitung jener bemerkenswerthen Bestimmung des LEGENDRE'schen Zeichens, welche durch die Gleichung (D) ausgedrückt wird. Ich habe zwar schon in meiner Mittheilung vom 22. Juni 1876 eben diese Bestimmung angegeben und auch durch eine kurze und einfache Deduction begründet;[1] aber ihre wahre Quelle habe ich erst jetzt in den oben angeführten GAUSS'schen Bemerkungen aufgefunden.[2]

[1] Monatsbericht vom Juni 1876, S. 335 und 336.

[2] Vergl. *art.* III meiner Mittheilung vom 7. Februar d. J., Sitzungsberichte 1884, XXIII, S. 523 und 524.

Die zunächst aus diesen Bemerkungen resultirende Bestimmung des Vorzeichens von $R(n\alpha_0)$:

$$(\bar{\mathrm{A}})\qquad \mathrm{sgn.}\, R(n\alpha_0) = \mathrm{sgn.} \prod_k \left(\frac{k}{n} - \alpha\right) \quad \left(k = 1, 2, \ldots \tfrac{1}{2}(n-1)\right)$$

führt in Verbindung mit jener anderen Bestimmung:[1]

$$(\bar{\mathfrak{A}})\quad \mathrm{sgn.}\, R(n\alpha_0) = \mathrm{sgn.} \prod_k \left(\alpha_0 - \frac{k}{n}\right)\left(\alpha_0 + \frac{k}{n} - \frac{1}{2}\right) \quad \left(k = 1, 2, \ldots \tfrac{1}{2}(n-1)\right),$$

welche ich im *art.* I meiner Mittheilung vom 7. Februar d. J. entwickelt habe, zu der Relation:

$$(\mathrm{E})\quad \mathrm{sgn.} \prod_{k_0} \left(\alpha_0 - \frac{k_0}{n}\right)\left(\alpha_0 + \frac{k_0}{n} - \frac{1}{2}\right) = \mathrm{sgn.} \prod_k \left(\frac{k}{n} - \alpha\right) \left(k_0, k = 1, 2, \ldots \tfrac{1}{2}(n-1)\right).$$

Diese Relation kann aber auch direct hergeleitet werden. Da nämlich

$$\text{für}\quad 2\alpha_0 < \frac{1}{2},\ \alpha = 2\alpha_0 \ \text{ und für }\ 2\alpha_0 > \frac{1}{2},\ \alpha = 1 - 2\alpha_0$$

ist, so wird, wenn man

$$\text{für}\quad 2k_0 < \frac{1}{2}n,\ k = 2k_0 \ \text{ und für }\ 2k_0 > \frac{1}{2}n,\ k = n - 2k_0$$

setzt, in jedem Falle:

$$\left(\alpha_0 - \frac{k_0}{n}\right)\left(\alpha_0 + \frac{k_0}{n} - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}\left(\frac{k}{n} - \alpha\right)\left(1 - \frac{k}{n} - \alpha\right),$$

und da der zweite Factor rechts stets positiv ist:

$$\mathrm{sgn.} \left(\alpha_0 - \frac{k_0}{n}\right)\left(\alpha_0 + \frac{k_0}{n} - \frac{1}{2}\right) = \mathrm{sgn.} \left(\frac{k}{n} - \alpha\right).$$

Diese Gleichung führt aber unmittelbar zur Relation (E) und enthält also den directen Nachweis der Übereinstimmung jener beiden Bestimmungsweisen für das Vorzeichen von $R(n\alpha)$, welche durch die beiden Gleichungen $(\bar{\mathrm{A}})$ und $(\bar{\mathfrak{A}})$ ausgedrückt sind.

[1] Sitzungsberichte 1884, XXIII, S. 520.



Bemerkung zu der Abhandlung: Untersuchungen über die Bestimmung von Oberflächen mit vorgeschriebenem Ausdruck des Linearelements.

Von R. Lipschitz
in Bonn.

In dem letzten Artikel der genannten Abhandlung, die im Sitzungsbericht der Akademie vom 10. Mai v. J. enthalten ist, habe ich zwei allgemeine Sätze aus der Theorie der Mannigfaltigkeiten von beliebig vielen Dimensionen ausgesprochen. Der erste derselben hat den Inhalt, dass, wenn ein System von reellen Functionen $x'_1, x'_2, \ldots x'_n$ der unabhängigen reellen Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ die Gleichung

$$dx'^2_1 + dx'^2_2 + \ldots + dx'^2_n = dx^2_1 + dx^2_2 + \ldots + dx^2_n$$

befriedigt, die zwischen denselben bestehende Abhängigkeit immer durch ein System von Gleichungen ausgedrückt werden kann

$$\begin{aligned} x'_1 + a_1 &= c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \ldots + c_{1n}x_n \\ x'_2 + a_2 &= c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \ldots + c_{2n}x_n \\ &\ldots \\ x'_n + a_n &= c_{n1}x_1 + c_{n2}x_2 + \ldots + c_{nn}x_n, \end{aligned}$$

wo die sämmtlichen Grössen $c_{11}, c_{12}, \ldots c_{nn}$ und $a_1, a_2, \ldots a_n$ Constanten sind; dieser Satz ist daselbst ausführlich bewiesen. Der zweite Satz, welcher sich auf den ersten zurückführen lässt, sagt aus, dass, wenn zwei Systeme von reellen Variabeln $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ und $\xi'_1, \xi'_2, \ldots \xi'_n$ in einer Beziehung zu einander stehen, vermöge deren die Gleichungen

$$\xi^2_1 + \xi^2_2 + \ldots + \xi^2_n = 1, \quad \xi'^2_1 + \xi'^2_2 + \ldots \xi'^2_n = 1,$$
$$d\xi'^2_1 + d\xi'^2_2 + \ldots + d\xi'^2_n = d\xi^2_1 + d\xi^2_2 + \ldots + d\xi^2_n$$

erfüllt sind, die Variabeln $\xi'_1, \xi'_2, \ldots \xi'_n$ gleich linearen homogenen Functionen der Variabeln $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ mit constanten Coefficienten sein müssen. Da an der betreffenden Stelle die Gründe für die Zurückführung nicht vollständig entwickelt sind, so erlaube ich mir, dieselben gegenwärtig hervorzuheben.

Man multiplicire die Variabeln $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ und $\xi'_1, \xi'_2, \ldots \xi'_n$ mit einer beliebig veränderlichen reellen von Null verschiedenen Grösse t, und setze

$$t\xi_1 = x_1,\ t\xi_2 = x_2, \ldots t\xi_n = x_n,$$
$$t\xi'_1 = x'_1,\ t\xi'_2 = x'_2, \ldots t\xi'_n = x'_n.$$

Dann folgen aus den Voraussetzungen des zweiten Satzes die Gleichungen

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2 = t^2,\ x_1'^2 + x_2'^2 + \ldots + x_n'^2 = t^2,$$

$$d\xi_1^2 + \ldots + d\xi_n^2 = \frac{1}{t^2}(dx_1^2 + \ldots + dx_n^2 - dt^2),\ d\xi_1'^2 + \ldots + d\xi_n'^2 = \frac{1}{t^2}(dx_1'^2 + \ldots + dx_n'^2 - dt^2),$$

mithin gilt nothwendig die Gleichung

$$dx_1'^2 + dx_2'^2 + \ldots + dx_n'^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + \ldots + dx_n^2.$$

Hier sind die n Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ von einander unabhängig, und es treffen somit die Voraussetzungen zu, auf denen die Beweisführung des ersten Satzes beruht. Man schliesst daher, wie dort, dass die Variabeln $x'_1, x'_2, \ldots x'_n$ von den Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ durch ein System von Gleichungen abhängen, wie es oben angegeben ist. Weil aber die Gleichung

$$x_1'^2 + x_2'^2 + \ldots + x_n'^2 = x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2$$

gilt, so müssen die Constanten $a_1, a_2, \ldots a_n$ sämmtlich gleich Null sein. Aus dem betreffenden System folgt aber, indem auf beiden Seiten mit t dividirt wird, gerade das System von homogenen linearen Gleichungen zwischen den Variabeln $\xi'_1, \xi'_2, \ldots \xi'_n$ und $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$, dessen Bestehen nachgewiesen werden sollte.

Noch habe ich hinzuzufügen, dass der erste der beiden Sätze für den Fall $n = 3$ zuerst von J. Liouville aufgestellt ist. In dem Aufsatze: *Théorème sur l'équation* $dx^2 + dy^2 + dz^2 = \lambda\,(d\alpha^2 + d\beta^2 + d\gamma^2)$ (Journal de Mathématiques, T. XV, p. 103) findet sich die Angabe, und die Ausführung in der sechsten Note zu der von demselben Verfasser herrührenden fünften Ausgabe der *Application de l'analyse à la géométrie* von Monge.

Adresse an Hrn. Zachariä von Lingenthal zur Feier seines funfzigjährigen Doctorjubiläums am 10. Juni 1884.

Hochgeehrter Herr!

Die funfzig Jahre, welche seit dem Tage, an dem Sie die akademische Doctorwürde empfingen, bis zu dem heutigen verflossen sind und auf welche Sie, und wir mit Ihnen, freudig und dankbar zurückblicken, sind wohl und reich ausgefüllt durch Ihre beharrliche und zielbewusste Thätigkeit.

Jener merkwürdige Abschnitt der Geschichte, welcher beginnt mit der Gründung des Römerstaats im Orient und nach tausendjähriger Dauer endigt mit dem Untergang des letzten Restes römischen Staatswesens und römischer Art durch die Sultane der türkischen Barbaren, mitten inne liegend zwischen der griechisch-römischen Epoche und dem germanischen und romanischen Mittelalter und in Folge dessen gleichsam ausfallend aus der grossen Gesammtarbeit geschichtlicher Forschung, ist das Gebiet gewesen, dem Ihre Thätigkeit sich zugewandt hat. Es ist ein verhältnissmässig einsames, wenig anlockend und wenig begangen. Diese Einsamkeit hat Sie nicht irre gemacht; die Anerkennung der Wenigen, die dort Ihnen begegneten, von Ihnen lernend und mit Ihnen schaffend, und das Bewusstsein der nützlichen Arbeit haben Ihnen genügt.

Eine seltene Vereinigung sprachlicher und sachlicher Beherrschung des Stoffes, die genaue Kenntniss des sinkenden Griechisch und des byzantinischen Staats- und Rechtswesens, hat Sie in den Stand gesetzt nach allen Richtungen gründend und klärend in diese Forschung einzutreten. Vor allen Dingen haben Sie sich die noch so sehr vernachlässigte Veröffentlichung der ungedruckten und Berichtigung der gedruckten byzantinischen Rechtsbücher angelegen sein lassen, zum Theil das handschriftliche Material dazu durch Ihre umfassenden Reisen erst herbeigeschafft. Wie sehr es zu bedauern ist, dass die wichtigste aller byzantinischen Rechtsquellen, die griechische Übersetzung der justinianischen Gesetzbücher und deren Commentare, nicht vollständig von Ihnen bearbeitet wurde, zeigt Ihr Nachtrag zu der jetzt gang-

baren Ausgabe in nur allzu schlagender Weise. Die nachjustinianischen Rechtsbücher und die Urkunden der byzantinischen Zeit sind von Ihnen in grosser Ausdehnung und zu nicht geringem Theil zum ersten Mal veröffentlicht worden. Unter den justinianischen Gesetzbüchern selbst haben Sie nicht bloss die Kritik des Codex, die ja zum grossen Theil auf dem byzantinischen Schriftthum beruht, erheblich gefördert, sondern auch kürzlich in der reconcinnirten Ausgabe der justinianischen Novellen von diesen als der erste einen befriedigenden Text gegeben.

Weiter haben Sie mit der dreifachen Bearbeitung der Geschichte des griechisch-römischen Rechts sowohl litteraturgeschichtlich wie sachlich dies seit Jahrhunderten brach liegende Feld der heutigen Wissenschaft wiederum zugänglich gemacht. Wer je dasselbe betreten hat, der weiss, was er der Führung und vor Allem solcher Führung verdankt und erinnert sich dankbar der umfassenden Sachkenntniss, der sicheren Methode, der klaren Darstellung Ihrer grundlegenden Arbeit. Wie diese allgemeine Darstellung die wirthschaftlichen und insbesondere die agrarischen Verhältnisse des byzantinischen Staats in umfassender Weise aufklärt, so liefern verschiedene in das Staatsrecht einschlagende Monographien, wie die vortreffliche Entwickelung des byzantinischen Steuerwesens, den Beweis, dass die innige Zusammengehörigkeit des Privat- und des öffentlichen Rechts und die Nothwendigkeit das eine mit dem andern und durch das andere zu begreifen auch von Ihnen, wie von jedem echten Juristen, verstanden und gewürdigt worden ist.

Seit achtzehn Jahren gehören Sie unserer Akademie an, und nicht wenige Ihrer kleineren Arbeiten haben wir in unsere Publicationen einreihen dürfen. Nehmen Sie, als einer der Unseren, an dem heutigen Tage den herzlichen Glückwunsch der Akademie von Berlin entgegen. Dass Sie schaffen und freudig und nützlich schaffen werden, so lange Sie uns bleiben, dafür bürgt Ihre Vergangenheit. Wir hoffen, dass Ihre Zukunft noch auf lange hinaus der Wissenschaft gleichen Gewinn bringen wird.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 19. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1884.
XXX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Kronecker las über die Composition der Systeme und Coefficienten linearer Transformationen.

Der Vortrag wird später in den Sitzungsberichten mitgetheilt werden.

2. Hr. Munk überreichte die umstehend folgende Erwiderung auf die in der letzten Classensitzung gelesene Mittheilung des Hrn. A. Christiani.

3. Hr. Websky übergab die gleichfalls hier folgende Notiz über Idunium, ein neues chemisches Element, welches er in einem sogenannten Vanadinerz aus der Provinz Cordoba, R. A., aufgefunden hat.

4. Hr. Virchow zeigte geschliffene Beile aus natürlichem Eisenstein vor, welche bei den Monbuttu in Central-Africa gefunden werden. Er hat dieselben durch Vermittelung des Hrn. Schweinfurth von dem Gouverneur der Provinzen am obern Nil, Emin-Bey, unter der Angabe erhalten, dass sie aus Meteoreisen angefertigt würden. Nach einer Untersuchung des Hrn. Wedding ist das Material jedoch Hämatit. Die Art der Bearbeitung und die Form der Beile entspricht genau den Methoden und Formen aus der früheren Periode der neolithischen Zeit.

5. Hr. von Helmholtz legte eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Kundt vor: Die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch Eisen, Kobalt und Nickel, die in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen wird.

6. Hr. Clausius, correspondirendes Mitglied der Akademie, hat die unten folgende Abhandlung eingesandt: über die zur Erklärung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie dienenden mechanischen Gleichungen.

Zur Kenntniss der Functionen des Grosshirns beim Kaninchen.

Von Hermann Munk.

Meine letzte Mittheilung über die centralen Organe für das Sehen der Wirbelthiere[1] hat unter anderem Hrn. Christiani's Angaben, das grosshirnlose Kaninchen sehe und mache noch andere Bewegungen als unwillkürliche — Reflex- oder Zwangsbewegungen, als unrichtig nachgewiesen. Darauf hat Hr. Prof. Christiani in der am 29. Mai vorgelegten Mittheilung[2] eine »ausführliche Widerlegung« meiner »Behauptungen« sich für einen anderen Ort vorbehalten, doch hier »Einiges zur Klärung der Sachlage bemerken« zu müssen geglaubt. Er hat zwei Punkte hervorheben wollen, wie er sagt, welche allein genügen um zu zeigen, dass ich bei meiner Kritik seiner Untersuchungen »wichtige, ja entscheidende Umstände theils nicht gekannt, theils übersehen, jedenfalls nicht richtig dargestellt« habe. Dass dem nicht so ist, und dass es auch mit den kurzen Widerlegungen, welche Hr. Christiani angeknüpft hat, nicht seine Richtigkeit hat, wird das Folgende darthun.

I.

Eine Stelle, an welcher ich es »zu verstehen geben« soll, dass Hrn. Christiani's Beobachtungen »wegen der relativen Unvollkommenheit seines Operationsverfahrens weniger tauglich waren«[3], existirt gar nicht. Man wird nicht nur danach vergeblich suchen, sondern sogar gerade das Gegentheil finden; denn ganz ausdrücklich sagte ich[4]:

[1] S. oben S. 549—68.
[2] S. oben S. 635—40.
[3] S. oben S. 635.
[4] S. oben S. 565.

1. »Nach den Schilderungen waren ebensowohl, wie Hrn. Christiani, auch früheren Forschern und insbesondere zweifellos Hrn. Schiff Versuche mit totaler Exstirpation des Grosshirns gelungen.«

2. »Bloss daran war (sc. von Hrn. Christiani) zu denken, dass einzelne Vorgänger die Exstirpationen unvollkommen ausgeführt hätten; aber dann hätten ihre Thiere erst recht nicht in die Hindernisse stossen dürfen, wenn nach der Fortnahme des ganzen Grosshirns (sc. bei Hrn. Christiani) dergleichen nicht geschehen sollte.«

3. »Hrn. Christiani's »»bestgelungene Fälle««, in welchen die Thiere »»Hindernissen (z. B. Tischfüssen) auswichen««, sind Versuche gewesen, wie ich sie oben als ganz gelungene bezeichnet habe, mit einer mittleren oder noch grösseren Lebensdauer der Thiere; und Hrn. Christiani's Beobachtungszeit hat höchstens das Ruhestadium und einen ersten Theil des Laufstadiums gedeckt, so dass er bloss mässige Progressivbewegungen dieser Thiere zu sehen bekam.«

Sehr gut also und, wie ich nach den neuerdings von Hrn. Christiani gemachten Angaben meine, sogar zu gut war das Urtheil, das ich über die Christiani'schen Versuche aussprach. Auch ist es mir, wie man sieht, nicht eingefallen zu verlangen — was jetzt die Christiani'schen Bemerkungen glauben lassen[1] —: dass Hrn. Christiani's Beobachtungen in den bestgerathenen Fällen während der ersten wenigen, »in maximo zwölf«[2] Stunden sich decken sollten mit meinen Beobachtungen der gut enthirnten Thiere bis zum Tode, der erst nach 30, 40 und sogar 50 Stunden eintrat. Dass das dem Tode voraufgehende viele Laufen ganz unvergleichbar ist mit der nur durch seltene Laufbewegungen unterbrochenen Ruhe, welche nach einer kurzen Erschöpfung durch viele Stunden der Enthirnung folgt, hätte man wohl auch für selbstverständlich erachten sollen.

II.

Unter meinen Erklärungen, wie Hrn. Christiani's Angabe, das grosshirnlose Kaninchen weiche Hindernissen aus, hat entstehen können, führe ich als erste, im Anschlusse an die sub 3. citirte Stelle, aus: »Bei solchen mässigen Bewegungen (Progressivbewegungen) kommt

---

[1] S. oben S. 638.

[2] S. ebenda.

es hin und wieder vor, dass die Thiere, wenn sie in die Mitte des Zimmers gesetzt waren, nicht an die Wand gerathen, sondern, natürlich in Absätzen, mehr oder weniger regelmässige Kreise inmitten des Zimmers beschreiben und dabei wiederholt an den Objecten vorüberkommen, ohne dass sie ihr Weg in Berührung mit diesen bringt. (Es folgen Beispiele.) Derartige Beobachtungen waren es, welche Hrn. Christiani zu der Meinung verleiteten, dass die Thiere Hindernissen auswichen.«[1] Hr. Christiani bemerkt dazu, dass ich den »jedem Hirnphysiologen geläufigen Kunstausdruck«: Reitbahnbewegung vermeide, und will mir nicht terminologische Vorschriften machen; aber er fragt mich: »warum ich auch bei der sonst wörtlichen Anführung aus seiner Abhandlung: »»Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes, Reitbahnbewegung u. d. m. war nach besagter Operation in den bestgerathenen (zur Zeit neunzehn) Fällen durchaus nichts wahrzunehmen«« — das Wort: Reitbahnbewegung auslasse, auf welches doch, wie ich mir sagen musste, bei meiner Art die Sache anzusehen hier Alles ankommt?«[2]

Die Antwort, die ich zunächst zu geben habe, ist einfach die, dass das Citat sich gar nicht da findet, wo von den Bewegungen der Thiere oder vom Sehen oder vom Vermeiden von Hindernissen die Rede ist, sondern dass ich es S. 556 gegeben habe, wo es sich ausgesprochenermaassen — es steht an der Spitze des Absatzes — bloss darum handelte, »die Thiere in der Ruhe zu charakterisiren«, wo für die erste Zeit nach der Operation die Angaben von Hrn. Schiff und Hrn. Christiani einander gegenübergestellt wurden — dort die vollkommen passive Biegsamkeit aller Glieder und die Beibehaltung jeder dem Thiere ertheilten Lage, hier das Fehlen von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes und das normale Sitzen. Da war offenbar »Reitbahnbewegung« ebenso überflüssig wie »nach besagter Operation« und »zur Zeit neunzehn«, welche Wörter gleichfalls ausgelassen sind. Dass die grosshirnlosen Kaninchen nach Hrn. Christiani weit entfernt davon sind, Reitbahnbewegungen zu machen, dass sie vielmehr, gelegentlich aus dem Schlafe erwacht, ohne jede Abnormität umhergehen, mitten in der Bewegung Halt machen, klettern, springen, schliesslich sich wieder zur Ruhe begeben und einschlafen, das ist doch, sollte ich meinen, S. 558, wo ich mich mit den Dingen zu beschäftigen anfange, also am rechten Platze eindringlich genug nicht nur im Texte, sondern

[1] S. oben S. 565—6.
[2] S. oben S. 639—40.

ausserdem noch durch ein langes Citat in der Anmerkung von mir hervorgehoben worden.

Sodann aber kommt gar nicht bei meiner Art die Sache anzusehen, sondern nur bei Hrn. Christiani's Art meine Mittheilung zu lesen, dort Alles auf das Wort »Reitbahnbewegung« an. Hr. Christiani argumentirt[1]: wird in meiner letztcitirten Ausführung an die Stelle dessen, dass die Thiere »Kreise beschreiben«, gesetzt, dass sie »Reitbahnbewegungen machen«, so ist meine Erklärung unzutreffend, da von ihm ja angegeben worden ist, dass in seinen bestgerathenen Fällen von Reitbahnbewegung durchaus nichts wahrzunehmen war. Den mir zugemutheten Missgriff habe ich indess nicht begangen, und nicht auf meiner Seite ist der Irrthum. Wenn Hr. Christiani sagt, dass man Zwangsbewegungen in Kreisbahnen »bekanntlich seit Magendie Reitbahnbewegungen nennt«[2], so hat er hinzuzufügen unterlassen, dass den Namen die Zwangsbewegungen erhalten haben, welche infolge gewisser Verletzungen niederer Hirntheile, des Thalamus, des Pedunculus u. s. w., auftreten. Darum brauchen denn auch nicht alle unwillkürlichen — Reflex- oder Zwangsbewegungen in Kreisbahnen Reitbahnbewegungen zu sein. Menschen, welche nicht sehen, gehen oft oder vielleicht sogar in der Regel, infolge der nicht ganz gleichen Länge oder der nicht ganz gleichen Action der Beine u. s. w., statt in der beabsichtigten Weise geradeaus, im Bogen und damit weiter in Kreisen oder Spiralen, ebenso blinde Thiere; und so können erst recht grosshirnlose Thiere bei ihren unwillkürlichen Bewegungen, wofern nur überhaupt ein Antrieb zu Progressivbewegungen gegeben ist, im Bogen gehen und wenn sich das wiederholt, Kreise beschreiben, ohne dass es Reitbahnbewegungen sind. Nun mögen die Laufbewegungen der enthirnten Kaninchen in der späteren Zeit des Laufstadiums Reitbahnbewegungen sein, durch die entzündlichen Vorgänge in den Thalami bedingt: die spärlichen Laufbewegungen im Ruhestadium und im Anfange des Laufstadiums sind es jedoch durchaus nicht, und darüber hätte, von meinen ausgedehnten Schilderungen und Erläuterungen ganz abgesehen, schon der Wortlaut jener Stelle selbst Hrn. Christiani aufklären sollen, da ich doch nur hin und wieder bei solchen mässigen Progressivbewegungen es vorkommen lasse, dass die Thiere Kreise beschreiben. Gerade aber einzig und allein die Laufbewegungen im Ruhestadium und im ersten Theile des Laufstadiums waren es, wie ich es ja ausdrücklich sagte[3], welche ich für die Erklärung von Hrn. Christiani's Angabe heranzog. Ich hätte also nicht bloss mit

[1] Vergl. oben S. 640.

[2] S. oben S. 639.

[3] S. die Citate oben S. 656 und 657.

allen meinen sonstigen Darlegungen mich in Widerspruch gesetzt, sondern auch geradezu einen Fehler begangen, wenn ich dort das Wort »Reitbahnbewegung« gebraucht hätte. Und auf der anderen Seite hatte Hr. Christiani kein Recht, dort das Wort »Reitbahnbewegung« zu substituiren: womit seine Argumentation in sich zusammenfällt.

Schliesslich, nachdem so das Formale erledigt, das allein mich zu dieser Mittheilung bewogen hat, will meine Erklärung auch noch von einer anderen Seite betrachtet sein. Indem Hr. Christiani angeführt hatte, dass in seinen »bestgerathenen Fällen« von Muskelschwäche in den Extremitäten, ungewöhnlicher Haltung des Kopfes, Reitbahnbewegung und dergl. mehr nichts wahrzunehmen war, musste man annehmen, dass damit die Unversehrtheit der niedereren Hirntheile, deren Verletzung jene Störungen mit sich bringt, verbürgt sein sollte, wie es die Untersuchung erfordert, und voll angegeben, was Hr. Christiani unter den »bestgerathenen Fällen« verstand. Jetzt belehrt uns Hr. Christiani S. 638 kurzweg, dass ihm »als Kriterien für eine gelungene Operation« stets noch eine Anzahl anderer Dinge galten: und er bemerkt gar nicht, dass er mit manchen Kriterien anticipirt, was erst das Ergebniss der Untersuchung sein musste. Solcher Willkür in der Forschung gegenüber haben Erklärungsversuche abweichender Angaben natürlich einen schweren Stand. Trotzdem behält meine angegriffene Erklärung ihre Gültigkeit. Um das, worauf es ankommt, recht hervortreten zu lassen, habe ich mit den extremen Fällen, wie sie sich hin und wieder darbieten, exemplificirt, mit Thieren, welche mit ihren wiederholten, jedesmal nur kurzen und auch durch lange Pausen von einander getrennten Laufbewegungen sich in mehr oder weniger regelmässigen Kreisen bewegten. Dieses Beschreiben von Kreisen nun hat Hr. Christiani, wenn er es sah, für Reitbahnbewegungen genommen, so dass er die Thiere nicht zu den »bestgerathenen Fällen« zählte. Aber »derartige Beobachtungen«, wie es S. 566 heisst, muss Hr. Christiani in seinen »bestgerathenen Fällen« gemacht haben: er muss gesehen haben, dass die Thiere im Bogen gingen — sonst hätte er gar nicht zu der Meinung verleitet werden können, dass sie Hindernissen auswichen —, und dass sie bei wiederholtem Gehen in der Regel den Bogen nach derselben Seite beschrieben — das kommt gar zu häufig bei den gelungenen Versuchen vor. Dann ist er eben, wie ich sagte,[1] »bei dem Irrthume verblieben, obwohl das Auskunftsmittel so nahe lag: er brauchte nur in die hier genügend vorgegebene Bahn der Thiere einigermaassen breite Objecte zu stellen oder die

[1] S. oben S. 566 und 639.

Thiere in die Nähe der Wand zu versetzen, und er hätte gesehen, wie die Hindernisse nicht vermieden wurden«.

Ich werde nicht zu bemerken brauchen, dass ich selber der vielbesprochenen Erklärung nicht im entferntesten die Bedeutung beigemessen habe, welche ihr Hrn. Christiani's Angriff zugewiesen hat. Aber ich kann, wie ich zeigte, meine neuliche Mittheilung in allen Stücken aufrecht erhalten; und Wort für Wort bleibt gültig, was sie enthielt.

Über Idunium, ein neues Element.

Von Mart. Websky.

In einem derben, hellgelben, im Wesentlichen aus zinkhaltigen Bleivanadat bestehenden, von der Grube Aquadita, Provinz Cordoba, Laplata, herstammenden Erze, welches sich unter den von Professor Brackebusch in Cordoba nach Europa gebrachten Mineralien befindet, habe ich die Anwesenheit eines neuen, dem Vanadin verwandten Elementes wahrgenommen.

Legt man die durch Quecksilbernitrat fixirte und durch Glühen isolirte rothe Metallsäure in Ätzammoniak, so löst sich dieselbe unter anfänglicher Zurücklassung eines hochgelben Rückstandes auf, der auch, wenn auch langsamer, in Lösung übergeht.

Die erste Fraction der Lösung enthält fast nur Vanadinsäure und lässt, mit wenig Schwefelammon versetzt, nach einiger Zeit schwarze Flocken von Vanadoxyd fallen.

Die späteren Fractionen geben, mit wenig Schwefelammon versetzt, viel schneller purpurrothe Flocken.

Veranlassung zu diesem Versuch gaben allerhand ungewohnte Erscheinungen bei der Bildung eines dem Chlorsilber gleichenden, auch wohl dieses enthaltenden Niederschlages, der bei der behufs Chlorbestimmung angestellten Behandlung des wässrigen Auszuges einer Sodaschmelze des Erzes mit Silbernitrat und Salpetersäure und in noch grösserer Menge beim Eindampfen des zweiten Filtrats mit Chlorwasserstoffsäure erhalten wurde Nach Vornahme einer Reihe geeigneter und, wie sich später herausstellte, ungeeigneter Proceduren ergab sich, dass der Niederschlag das Silbersalz einer neuen Metallsäure enthalte, die auch schliesslich in der gelben höheren Oxydationsstufe, als auch in der rothen niederen in kleinen Mengen zum Vorschein kam.

Der neue Körper, dem ich den Namen Idunium beilegen möchte, zeichnet sich besonders durch die Widerstandsfähigkeit des Silbersalzes

der höher oxydirten Säure gegen Reagentien aus, folgt sonst im Allgemeinen im analytischen Gang der Vanadinsäure; wird die letztere als vanadinsaures Ammoniak in Salmiaklösung abgeschieden, so bleibt die Idunsäure in der Mutterlauge, die sich alsbald auf Zusatz von etwas Schwefelammon röthet und rothes Idunoxyd fallen lässt, wie es scheint mit grosser Empfindlichkeit.

Über die zur Erklärung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie dienenden mechanischen Gleichungen.

Von R. Clausius
in Bonn.

Hr. von Helmholtz hat in den Sitzungsberichten der Königlichen Akademie zwei Abhandlungen unter dem Titel »Studien zur Statik monocyklischer Systeme« veröffentlicht,[1] in welchen er eine Gleichung aufstellt, die äusserlich der den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie darstellenden Gleichung ähnlich ist, und daher eine Erklärung dieses Hauptsatzes zu geben scheint. Zur Erklärung desselben Satzes ist schon im Jahre 1866 von Boltzmann eine mathematische Untersuchung angestellt,[2] und im Jahre 1870 habe ich selbst, ohne damals die Boltzmann'sche Arbeit zu kennen, eine mathematische Entwickelung ausgeführt,[3] welche von demselben Grundgedanken ausgeht, wie die Boltzmann'sche, aber in der Art der Ausführung von ihr verschieden ist, und auch eine grössere Allgemeinheit besitzt, indem sie auf einen dort nicht erwähnten wesentlichen Umstand Rücksicht nimmt. Sie betrachtet nämlich bei der Änderung der Bewegung des gegebenen Systems von materiellen Punkten die Kräftefunction nicht als gleich bleibend, sondern nimmt eine Veränderlichkeit derselben an, welche ihren Grund darin hat, dass sie eine oder mehrere Grössen enthält, die zwar während jeder stationären Bewegung constant sind, aber beim Übergange aus einer stationären Bewegung in eine andere ihre Werthe ändern können. Im Anschlusse an diese erste von mir über diesen Gegenstand veröffentlichte Arbeit habe ich dann noch einige weitere folgen lassen, welche theils Anwendungen, theils Verallgemeinerungen der betreffenden Gleichungen enthalten.[4]

[1] Hefte vom 6. und 27. März 1884.

[2] Sitzungsberichte der Wiener Akademie vom Februar 1866.

[3] Poggendorff's Annalen Bd. 142, S. 433.

[4] Mathematische Annalen Bd. IV, S. 231 und Bd. VI, S. 390; Poggendorff's Annalen Bd. 150, S. 106 und Ergänzungsbd. VII, S. 215.

Da nun die von Helmholtz'schen Gleichungen einfacher sind, als die von Boltzmann und mir aufgestellten, so könnte es scheinen, als ob unsere Entwickelungen unnöthig weitläufig wären. Dieses kann ich aber nicht zugeben, sondern glaube, dass die Vereinfachung der von Helmholtz'schen Gleichungen nur auf Kosten ihrer Anwendbarkeit stattgefunden hat. Auch unsere Gleichungen sind noch nicht ausreichend, um den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie in voller Allgemeinheit zu erklären, aber sie kommen diesem Ziele doch näher, als die von Helmholtz'schen, indem sie sich auf ausgedehnte Kategorien von Bewegungen anwenden lassen, für welche die von Helmholtz'schen Gleichungen nicht mehr gelten, worunter sich gerade solche Bewegungen befinden, die denjenigen, welche wir Wärme nennen, besonders nahe stehen.

Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie wird bekanntlich am einfachsten durch folgende Gleichung dargestellt:

$$dQ = TdS. \tag{1}$$

Hierin bedeutet dQ die Wärmemenge, welche einem Körper bei einer unendlich kleinen, in umkehrbarer Weise vor sich gehenden Zustandsänderung mitgetheilt wird, dS die dabei stattfindende Veränderung einer Grösse, welche durch den augenblicklichen Zustand des Körpers vollkommen bestimmt ist, und seine Entropie genannt wird, und endlich T seine absolute Temperatur.

Um einen mechanisch analogen Fall zu erhalten, denken wir uns ein System von materiellen Punkten gegeben, welche sich unter dem Einflusse von Kräften, die sie theils gegenseitig auf einander ausüben, theils von Aussen her erleiden, in stationärer Bewegung befinden. Diese Bewegung soll eine unendlich kleine Änderung erleiden, welche einerseits dadurch veranlasst sein kann, dass die äusseren Kräfte sich ändern, andererseits dadurch, dass durch eine vorübergehende äussere Einwirkung den bewegten Punkten lebendige Kraft mitgetheilt oder entzogen wird. Unter diesen veränderten Umständen soll dann wieder ein stationärer Bewegungszustand eintreten, welcher mit dem ursprünglich gegebenen verglichen werden kann. Um die zuletzt erwähnte Einwirkung mathematisch auszudrücken, wollen wir sagen, es werde dem Systeme ein unendlich kleines (positives oder negatives) Quantum lebendiger Kraft dQ zugeführt. Ferner möge die in dem Systeme während eines stationären Zustandes vorhandene lebendige Kraft mit L bezeichnet werden. In Bezug auf diese beiden Grössen ist zu bemerken, dass man die zugeführte lebendige Kraft nicht einfach als Vermehrung der vorhandenen lebendigen Kraft betrachten und demgemäss $dQ = dL$ setzen darf, sondern dass ein Theil von dQ

zu der bei der Änderung des Bewegungszustandes geleisteten Arbeit verbraucht werden kann. Man muss sich nun, wenn man die Temperatur als eine der lebendigen Kraft proportionale Grösse betrachtet, die Frage stellen, ob und unter welchen Umständen eine Gleichung von folgender Form gültig ist:

$$dQ = LdS, \tag{2}$$

worin S eine nur von dem augenblicklich bestehenden stationären Bewegungszustande des Systemes von Punkten abhängige Grösse ist.

Was nun die von Herrn von Helmholtz angewandte Behandlungsweise des Gegenstandes anbetrifft, so kommt es hier nur darauf an, die Annahmen, auf welchen sie beruht, näher in's Auge zu fassen.

Er betrachtet ein beliebig zusammengesetztes mechanisches System. Die augenblickliche Lage desselben soll durch eine Anzahl allgemeiner Coordinaten bestimmbar sein, welche er durch den Buchstaben p mit hinzugefügten Indices bezeichnet, wobei er zugleich für den nach der Zeit genommenen Differentialcoefficienten $\frac{dp}{dt}$ den Buchstaben q einführt, welchen er mit den entsprechenden Indices versieht. Eine besondere Gruppe von Coordinaten, welche er durch den Index $\mathfrak{b}$ unterscheidet, betrachtet er als schnell veränderlich und nimmt an, dass die ihrer Veränderung entsprechende Bewegung eine in sich zurücklaufende sei, und dass sich während dieser Bewegung die ganze potentielle Energie ϕ und die ganze lebendige Kraft L des Systemes nicht merklich ändere.

Wegen dieses letzteren Umstandes nimmt von Helmholtz nun weiter an, dass ϕ und L als Grössen zu behandeln seien, die zwar von $q_{\mathfrak{b}}$, aber nicht von $p_{\mathfrak{b}}$ abhängen, und benutzt dieses zur Vereinfachung der Gleichung, mittelst deren die auf Vergrösserung der Coordinate $p_{\mathfrak{b}}$ hinwirkende äussere Kraft, welche er mit $-P_{\mathfrak{b}}$ bezeichnet, bestimmt wird. Die betreffende Gleichung lautet nämlich vollständig:

$$P_{\mathfrak{b}} = -\frac{\partial}{dp_{\mathfrak{b}}}(\phi - L) - \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial q_{\mathfrak{b}}}\right). \tag{3}$$

Hierin vernachlässigt aber von Helmholtz das erste an der rechten Seite stehende Glied, weil es ein nach $p_{\mathfrak{b}}$ genommener Differentialcoefficient ist, und schreibt:

$$P_{\mathfrak{b}} = -\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial q_{\mathfrak{b}}}\right). \tag{4}$$

Führt man noch das abgekürzte Zeichen $s_{\mathfrak{b}}$ ein, mit der Bedeutung:

(5) $$s_\mathfrak{b} = \frac{\partial L}{\partial q_\mathfrak{b}},$$

so lautet die vereinfachte Gleichung:

(6) $$P_\mathfrak{b} = -\frac{ds_\mathfrak{b}}{dt}.$$

Mit Hülfe dieser Gleichung leitet von Helmholtz die folgende Gleichung ab:

(7) $$dQ = \sum_\mathfrak{b} (q_\mathfrak{b} \cdot ds_\mathfrak{b}),$$

und aus dieser Gleichung zieht er seine weiteren Schlüsse, wobei er noch die Annahme macht, dass die Änderungen der Grössen $q_\mathfrak{b}$ mit verschwindender Geschwindigkeit erfolgen, so dass alle mit $\frac{dq_\mathfrak{b}}{dt}$ multiplicirten Ausdrücke als verschwindende Grössen zu behandeln sind.

Annahmen dieser Art kann man natürlich nur für bestimmte Bewegungsarten machen. Dahin gehören z. B. Rotationsbewegungen, wenn man die Winkelgeschwindigkeiten der rotirenden Körper als die Grössen $q_\mathfrak{b}$ wählt, und in der That beziehen sich auch die von Hrn. von Helmholtz angeführten speciellen Beispiele auf Rotationsbewegungen und solche Bewegungen, die ihnen ähnlich behandelt werden können. Anders aber verhält es sich mit den jedenfalls sehr mannigfaltigen Atombewegungen, welche wir unter dem Namen Wärme zusammenfassen, und insbesondere mit der in der kinetischen Gastheorie angenommenen Bewegungsart.

Bei dieser Bewegung kommen sehr viele und grosse Geschwindigkeitsänderungen vor, und es ist daher, wenn man die auf irgend ein Coordinatensystem bezogenen Geschwindigkeitscomponenten als die Grössen $q_\mathfrak{b}$ wählt, nicht zulässig, die Differentialcoefficienten $\frac{dq_\mathfrak{b}}{dt}$ als verschwindend klein zu behandeln. Ferner kommen bei diesen vielfachen Änderungen der Geschwindigkeiten Kräfte in Thätigkeit, welche nicht vernachlässigt werden dürfen, und welche daher die oben erwähnte Vereinfachung der Gleichung (3) unmöglich machen. Man kann allerdings sagen, dass die ganze potentielle Energie und die ganze lebendige Kraft eines aus bewegten Atomen bestehenden Körpers von den Coordinaten der einzelnen Atome nicht merklich abhänge, aber das liegt nur daran, dass die Masse eines Atoms gegen die Masse des ganzen Körpers ausserordentlich klein ist. Wenn aus den Grössen, welche sich auf die einzelnen Atome beziehen, Summen gebildet werden, welche alle Atome umfassen, so brauchen die Werthe dieser Summen nicht mehr verschwindend klein zu sein. Ausserdem

ist noch ganz besonders hervorzuheben, dass die beiden an der rechten Seite der Gleichung (3) stehenden Glieder

$$\frac{\partial}{\partial p_b}(\phi - L) \text{ und } \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial q_b}\right)$$

im Allgemeinen Grössen von gleicher Ordnung sind, von denen keine gegen die andere vernachlässigt werden darf. Nur in speciellen Fällen darf dieses geschehen, und in solchen Fällen muss natürlich die Berechtigung dazu besonders nachgewiesen werden.

Um an einem Beispiele zu zeigen, was für Resultate man erhalten würde, wenn man die VON HELMHOLTZ'sche Gleichung auf Bewegungen der eben erwähnten Art anwenden wollte, und wie sich in dieser Beziehung die VON HELMHOLTZ'sche Gleichung von den schon früher von BOLTZMANN und mir aufgestellten Gleichungen unterscheidet, möge sie im Folgenden auf ein Bewegungssystem angewandt werden, welches dem in der kinetischen Gastheorie angenommenen ähnlich, aber insofern einfacher ist, als es nur aus vollkommen periodischen Bewegungen nach einer bestimmten Richtung besteht.

Wir wollen nämlich annehmen, dass eine sehr grosse Anzahl von gleichen materiellen Punkten zwischen zwei parallelen ebenen Wänden befindlich sei. Die Wände sollen in der auf ihren Ebenen senkrechten Richtung Kräfte auf die Punkte ausüben, welche in grösseren Entfernungen abstossend oder anziehend wirken können, in kleinen Entfernungen aber jedenfalls in Abstossungen bestehen sollen, deren Grösse mit abnehmender Entfernung wächst. Unter dem Einflusse dieser Kräfte sollen die Punkte sich in senkrechter Richtung zwischen den Wänden hin- und herbewegen, und zwar mit gleichen mittleren Geschwindigkeiten, aber so, dass die verschiedenen Punkte sich zu einer gegebenen Zeit in verschiedenen Bewegungsphasen befinden.

Dieses stationäre Bewegungssystem soll dann in ein anderes übergehen, welches von derselben Art ist, aber in Bezug auf Geschwindigkeit und Ausdehnung etwas von ihm abweicht, was dadurch veranlasst werden kann, dass dem Systeme von Punkten eine unendlich kleine lebendige Kraft dQ mitgetheilt wird, welche wir uns gleichmässig über alle Punkte vertheilt denken wollen, und dass gleichzeitig die Wände um unendlich kleine Strecken weiter auseinander oder näher zusammenrücken. Es fragt sich nun, wie sich in diesem Falle die von Hrn. VON HELMHOLTZ für dQ aufgestellte Gleichung gestaltet.

Wir wählen die auf den Wandebenen senkrechte Richtung als eine der Coordinatenrichtungen und stellen die auf diese Richtung bezüglichen, schnell veränderlichen Coordinaten der Punkte, gemäss der VON HELMHOLTZ'schen Bezeichnungsweise, durch p_b dar. Dann

lautet die zur Bestimmung der lebendigen Kraft L dienende Gleichung:

$$L = \sum_{\mathfrak{b}} \frac{m}{2} \left(\frac{dp_{\mathfrak{b}}}{dt}\right)^2, \tag{8}$$

worin das Summenzeichen sich auf alle beweglichen Punkte bezieht. Führen wir hierin noch, wie es von Helmholtz gethan hat, für den Differentialcoefficienten $\frac{dp_{\mathfrak{b}}}{dt}$ das vereinfachte Zeichen $q_{\mathfrak{b}}$ ein, so geht die Gleichung über in:

$$L = \sum_{\mathfrak{b}} \frac{m}{2} q_{\mathfrak{b}}^2. \tag{9}$$

Hieraus erhält man weiter zur Bestimmung der Grösse, welche von Helmholtz mit $s_{\mathfrak{b}}$ bezeichnet hat, die Gleichung

$$s_{\mathfrak{b}} = \frac{\partial L}{\partial q_{\mathfrak{b}}} = mq_{\mathfrak{b}}. \tag{10}$$

Setzt man diesen Ausdruck von $s_{\mathfrak{b}}$ in die von Helmholtz'sche Gleichung (7) ein, so kommt:

$$dQ = \sum_{\mathfrak{b}} [q_{\mathfrak{b}} \cdot d(mq_{\mathfrak{b}})]. \tag{11}$$

welche Gleichung sich auch in folgender Form schreiben lässt:

$$dQ = d\sum_{\mathfrak{b}} \frac{m}{2} q_{\mathfrak{b}}^2 \tag{12}$$

oder, gemäss (9), in der einfachen Form:

$$dQ = dL. \tag{13}$$

Dieses ist die Gleichung, zu welcher man gelangen würde, wenn man die von Helmholtz'sche Gleichung auf die hier zur Betrachtung ausgewählte Bewegungsart anwenden wollte.

Von dieser Gleichung ist diejenige, welche sich aus den von Boltzmann und mir ausgeführten Entwickelungen ergiebt, sehr verschieden. Sie lautet nämlich:

$$dQ = \Sigma \left[m\overline{v^2} \cdot d \log (i\overline{v^2})\right]. \tag{14}$$

Hierin stellt i die Zeit dar, welche die beweglichen Punkte zu einem Hin- und Hergange zwischen den beiden Wänden gebrauchen. v bedeutet die augenblickliche Geschwindigkeit eines Punktes, und der über v^2 stehende wagrechte Strich deutet an, dass der auf einen ganzen Hin- und Hergang bezügliche Mittelwerth von v^2 zu nehmen ist.

Da die Grössen i und $\overline{v^2}$, unserer Annahme gemäss, für alle Punkte gleich sind, so hat auch das Differential $d\log(i\overline{v^2})$ für alle Punkte einen und denselben Werth, und kann daher als gemeinsamer Factor aus dem Summenzeichen herausgenommen werden, wodurch man, wenn man noch das Differential mit 2 multiplicirt und dafür die Summe durch 2 dividirt, erhält:

$$(15) \qquad dQ = \left(\sum \frac{m}{2}\overline{v^2}\right) d\left[2\log(i\overline{v^2})\right].$$

In der hierin vorkommenden Summe können wir den wagrechten Strich über v^2 auch fortlassen, weil die Summe, welche sich auf sehr viele Punkte bezieht, die sich in verschiedenen Bewegungsphasen befinden, schon an sich einen nur noch unmerklichen Veränderungen unterworfenen Mittelwerth darstellt. Da dieser Werth die lebendige Kraft des Systems von Punkten ist, so können wir die Gleichung kürzer so schreiben:

$$(16) \qquad dQ = Ld\left[2\log(i\overline{v^2})\right],$$

und sie hat somit die Form der Gleichung (2), wie es zur Übereinstimmung mit dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie nöthig ist.

Um den Unterschied zwischen der aus der von Helmholtz'schen Gleichung hervorgegangenen Gleichung (13) und der Gleichung (14) recht deutlich hervortreten zu lassen, wollen wir in der letzteren folgende Umformung machen:

$$d\log(i\overline{v^2}) = d\log\sqrt{\overline{v^2}} + d\log\left(i\sqrt{\overline{v^2}}\right) = \frac{1}{2}\frac{d\overline{v^2}}{\overline{v^2}} + \frac{1}{2}d\log(i^2\overline{v^2}),$$

wodurch sie übergeht in:

$$(17) \qquad dQ = d\sum\frac{m}{2}\overline{v^2} + \sum\left[\frac{m}{2}\overline{v^2}\,d\log(i^2\overline{v^2})\right].$$

Wenn wir mit dieser Gleichung dann noch dieselbe Umgestaltung vornehmen, wie die, durch welche oben die Gleichung (14) in (16) verwandelt wurde, so erhalten wir:

$$(18) \qquad dQ = dL + Ld\log(i^2\overline{v^2}).$$

Das erste in dieser Gleichung an der rechten Seite stehende Glied ist dieselbe Grösse, wie die, welche die rechte Seite der Gleichung (13) bildet. Das zweite an der rechten Seite unserer Gleichung stehende Glied, welches die bei der Änderung des Bewegungszustandes geleistete Arbeit darstellt, fehlt aber in der Gleichung (13), woraus ohne Weiteres

ersichtlich ist, dass diese Gleichung nicht richtig sein kann, und dass somit die Anwendung der von Helmholtz'schen Gleichung (7) auf Bewegungen der hier betrachteten Art unzulässig ist.

Wenn aber schon auf Bewegungen so einfacher Art, wie diese, die Anwendung der von Helmholtz'schen Gleichung nicht mehr zulässig ist, so ist man um so weniger berechtigt, sie auf die jedenfalls sehr complicirten Bewegungen der Molecüle und Atome, welche wir als Wärme bezeichnen, in Anwendung zu bringen.

Ausgegeben am 26. Juni.

1884.

XXXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Zeller las über Geulincx' Ethik und Leibniz' Verhältniss zu Geulincx' Occasionalismus.

Die Mittheilung folgt umstehend.



Über die erste Ausgabe von Geulincx' Ethik und Leibniz' Verhältniss zu Geulincx' Occasionalismus.

Von E. Zeller.

Unter den Schriften, welche Arnold Geulincx hinterlassen hat, ist die Ethik sowohl für die Kenntniss seines Systems als für die seines Charakters anerkannt die wichtigste. Aber über der Überlieferung dieser Schrift hat ein eigenes Schicksal gewaltet. Von den sechs Abhandlungen *(Tractatus)*, die sie enthält, hat Geulincx selbst nur die erste im Jahre 1665 veröffentlicht. Diese Originalausgabe ist jedoch, wie es scheint, keinem von den Gelehrten, die in unserem Jahrhundert über Geulincx geschrieben haben, zu Gesichte gekommen, und war bisher trotz aller Mühe nicht aufzufinden gewesen. Erst sechs Jahre nach Geulincx' Tod, 1675, erschien sein Werk vollständig unter dem Titel: »Γνῶθι σεαυτὸν, sive Ethica«,[1] von dem Arzt und Philosophen Cornelius Bontekoe unter dem aus ihm selbst geschöpften Pseudonym Philaretus herausgegeben. Ein Exemplar dieser äusserst seltenen Ausgabe, die zwar von Überweg (Grundr. III, 50) und anderen in ihren bibliographischen Angaben genannt wird, die aber gleichfalls für keine neuere Darstellung benützt worden zu sein scheint, hatte Hr. Dr. Berthold in Ronsdorf die Güte mir mitzutheilen. Sie besteht aus zwei Theilen in Duodez, welche neben 24 nicht numerirten Blättern 280 und 195 Seiten stark sind, und ausser der vollständigen Ethik auch eine philosophische Chriee von Geulincx, eine ausführliche Zuschrift des Herausgebers an den Theologen Heidanus, ein Vor-

---

[1] Genau und vollständig: ΓΝΩΘΙ ΣΕΑΥΤΟΝ, Sive ARNOLDI GEULINCS (Dum viveret) Medicinae ac Philosophiae Doctoris, hujusque primum Lovanii in prima Cathedra, post Lugd. apud Bat. Profess. eximii, dialecticorum maximi, verae Virtutis ac novo-veteris sapientiae instauratoris indefessi, inter Philosophos et Oratores hujus aevi facile primi, ETHICA. Post tristia autoris fata *Omnibus suis partibus in lucem edita, et tam seculi hujus, quam atheorum quorundam Philosophorum impietati, scelestisque moribus, quanquam Specioso utplurimum Virtutis praetextu larvatis*, opposita *per* PHILARETHUM. LUGD. BATAV. Apud ADRIANUM SEVERINI. MDCLXXV. Der Doppeltitel dieser Schrift erinnert an Abälard's »Ethica et liber Scito te ipsum«.

wort des Verlegers und zwei Gedichte auf Geulincx' Ethik enthalten.[1] Eine zweite, gleichfalls sehr selten gewordene Ausgabe des angeblichen Philaret von 1683[2] stimmt trotz mancher typographischen Abweichungen mit der von 1675 nicht blos in Titel, Format und Seitenzahl, sondern auch in ihrem Inhalt vollständig überein.[3] Ein dritter Abdruck der gleichen Ausgabe: »Amstelaedami 1691«, ist mir, wie E. Pfleiderer,[4] nur durch H. C. W. Sigwart[5] bekannt. Weitere Spuren desselben sind bis jetzt nicht nachgewiesen. Bekannter ist in Deutschland die Ausgabe, welche Joh. Flender, Rector und Professor in Zütphen, veranstaltete. Sie erschien zuerst 1696, dann 1709, und enthält ausser der *Dedicatio auctoris* und der Ethik die Chrie durch Anmerkungen von Geulincx vermehrt, ein Vorwort des Verlegers, die zwei Gedichte, Bontekoe's Zuschrift an Heidanus und eine Abhandlung desselben *De passionibus animae*.[6] Nach 1709 scheint die Schrift keine neue Auflage erfahren zu haben. Trotzdem ist es aber immerhin auffallend, und es lässt sich nur aus der geringen Verbreitung der Cartesianischen Schule in Deutschland erklären, dass ein Werk hier so selten geworden ist, das in seiner Heimath während eines ganzen Menschenalters immer auf's neue gedruckt wurde.

Das Verhältniss dieser verschiedenen Ausgaben von Geulincx' Ethik zog nun in der neueren Zeit hauptsächlich desshalb die Aufmerksamkeit auf sich, weil es für die Frage nach Leibniz' Beziehung zu Geulincx von Interesse wäre, zu wissen, ob dem ersteren die Schrift seines Vorgängers in derselben Gestalt vorgelegen hat, in der sie uns

[1] Zwei Exemplare dieser Ausgabe befinden sich in München und Strassburg, ein drittes, wie bemerkt, im Besitz des Hrn. Dr. Berthold in Ronsdorf.

[2] Über welche Berthold in den Sitzungsberichten der Akademie von 1874, Aug., S. 563 näheres mittheilt. Demselben verdanke ich die obigen weiteren Notizen über das Verhältniss dieser Ausgabe zu der von 1675.

[3] Nur der Verleger, gleichfalls in Leiden, nennt sich Joh. de Vivie.

[4] Leibnitz und Geulincx (Zugabe zu dem Verzeichniss der Tübinger Doctoren d. Phil. aus dem Decanatsjahr 1883/4. Tüb. 1884) S. 48.

[5] Die Leibniz'sche Lehre von der prästabilirten Harmonie (Tüb. 1822) S. 50. 149 ff.

[6] Der Titel der Ausgabe von 1709, von dem der Bontekoe'schen wenig abweichend, lautet im Auszug: ARNOLDI GEULINCS .... ΓΝΩΘΙ ΣΕΑΥΤΟΝ, SIVE EHICA, p. trist. auct. fata *Omnibus sui partibus in lucem edita* .... PER PHILARETUM. *Cui accessit Clariss.* CORNELII BONTEKOE *Eruditissimus et utilissimus Libellus de* PASSIONIBUS ANIMAE, *cum gemina Serie rerum quae utrobique tractantur*, PER JOH. FLENDERUM, Prof. & Rect. Zutphan. Editio Ultima, ab Eodem a mendis amplius centum accuratissime emendata [wie es damit steht, wird sich zeigen]. AMSTELODAMI, Apud JANSSONIO-WAESBERGIOS, MDCCIX. Nur sehr geringe Abweichungen zeigt der mir von Hrn. Dr. Berthold mitgetheilte Titel der Ausgabe von 1696, von welcher die Münchener Bibliothek ein Exemplar besitzt; sie erschien gleichfalls im Jansson-Waesbergischen Verlag. Beide Ausgaben umfassen 14 (die Titelblätter mitgezählt 16) nicht numerirte Blätter und 437 Seiten in Duodez, nebst weiteren 4 und 5 Bl. 110 S. für die Abhandlung von Bontekoe.

vorliegt. Leibniz erläutert bekanntlich das Verhältniss der Seele und des Leibes, so wie sich dieses auf dem Standpunkt seines »Systems der prästabilirten Harmonie« darstellt, nicht selten an dem Beispiel von zwei Uhren, welche nicht desshalb die gleiche Zeit angeben, weil sie eine Einwirkung auf einander ausüben, auch nicht desshalb, weil sie fortwährend gleich gestellt werden, sondern lediglich desswegen, weil sie mit vollkommener Genauigkeit gebaut und von Anfang an gleich gerichtet sind.[1] Eine ähnliche Vergleichung findet sich nun in Geulincx' Ethik (Tract. I, Sect. II, §. 2, nota 19. S. 123 f. Flend. 135 Philar.). Gott habe, bemerkt hier Geulincx, die zwei vollständig verschiedenen Dinge, die Bewegung unseres Leibes und die Thätigkeit unseres Willens, so verknüpft, dass die Bewegung erfolge, wenn der Wille sie will, und der Wille sie wolle, wenn sie erfolgt, ohne dass der eine Theil auf den andern irgend eine Einwirkung ausübe: *sicut duobus horologiis rite inter se et ad solis diurnum cursum quadratis, altero quidem sonante et horas nobis loquente alterum itidem sonat, et totidem nobis indicat horas: idque absque ulla causalitate, qua alterum hoc in altero causat, sed propter meram dependentiam, qua utrumque ab eadem arte et simili industria constitutum est.* Auf dieselbe Vergleichung kommt Geulincx dann noch zweimal, §. 2 n. 48 und §. 5 n. 7 (S. 140. 155 Fl.), unter kurzer Erinnerung an seine frühere Ausführung zurück, ohne doch zu der letzteren etwas neues hinzuzufügen.[2] Diese Vergleichung erinnert nun so entschieden an die oben angeführte bei Leibniz, und die Theorie, zu deren Erläuterung sie dient, schien der seinigen so nahe zu stehen, dass sich erwarten liess, Leibniz werde sich über sein Verhältniss zu Geulincx irgendwo erklärt haben, und dass man es auffallend finden musste, wenn dieser von ihm, wie diess thatsächlich der Fall ist, nicht ein einzigesmal genannt wird. Ist es denkbar, dass einem Gelehrten von Leibniz' Belesenheit das Hauptwerk eines immerhin so bedeutenden Vorgängers unbekannt geblieben sein sollte? Wenn er es andererseits gekannt hat, wie sollen wir es uns erklären, dass er weder des Werkes noch seines

---

[1] Diese Vergleichung begegnet uns bei Leibn. zuerst in der Nachschrift zu seinem an den Kanonikus Foucher in Dijon gerichteten *Eclaircissement* vom 13. Januar 1696 (Opp. philos. ed. Erdm. S. 133, ed. Gerh. IV, 498), dann wieder in einem Schreiben an das Journal des Savants vom September 1696 (134 Erdm. IV, 500 Gerh.); ferner (wie Pfleiderer Leibn. und Geul. 61 f. zeigt) in einem *Eclaircissement* von 1698 (152 Erdm. IV, 520 Gerh.) und 1705 in der Abhandlung *sur le principe de vie* (430 Erdm.). Später kommt sie nicht mehr vor.

[2] Pfleiderer's Vermuthung (Leibn. und Geul. 54, 1), dass diese zwei späteren Verweisungen erst der Flender'schen Ausgabe angehören, hat sich nicht bestätigt: sie finden sich mit dieser gleichlautend auch in den Ausgaben von 1675 und 1683 I, 153. 170.

Verfassers jemals Erwähnung thut? So fragte SIGWART schon vor sechzig Jahren,[1] und vor der gleichen Frage stehen wir noch heute. Der Gedanke, dass die Anmerkungen, welche das Uhrengleichniss enthalten, möglicherweise erst der Flender'schen Ausgabe der Ethik angehören könnten[2] — an sich ganz berechtigt, so lange man auf diese Ausgabe beschränkt war — musste doch sofort aufgegeben werden, als BERTHOLD[3] nachwies, dass auch die Ausgabe von 1683 dieselben enthalte; und da nun Leibniz erst lange nach diesem Zeitpunkt von jenem Gleichniss Gebrauch macht, so blieb es dabei, dass dieser Philosoph, wenn man ihm nicht eine bei ihm allerdings sehr unwahrscheinliche Unbekanntschaft mit Geulincx' Ethik zutrauen wollte, des Uhrengleichnisses sich bedient und den ersten uns bekannten Urheber desselben mit Stillschweigen übergangen haben müsste. Die Sache erschien selbst einem so warmen Verehrer unseres grossen deutschen Philosophen, wie E. PFLEIDERER, so bedenklich, dass er sich in seiner ersten Schrift über Geulincx[4] dem Zugeständniss nicht glaubte entziehen zu können, Leibniz habe Geulincx' Namen absichtlich verschwiegen, weil es ihn »genirte, an Geulincx für seine prästabilirte Harmonie einen allzu nahe stehenden Genossen oder sogar Vorgänger zu haben.« In der Folge sah er sich durch meine[5] und EUCKEN's[6] Gegenbemerkungen veranlasst, in seinem »Leibniz und Geulincx«[7] auf den Gegenstand noch einmal zurückzukommen; und diese erneuerte Untersuchung führte ihn zu einem von dem früheren wesentlich abweichenden Ergebniss. Er findet es nämlich jetzt wahrscheinlich (a. a. O. S. 46 ff.), dass Leibniz Geulincx' Ethik nur in der Originalausgabe von 1665 kennen gelernt, die spätere von 1683 nicht gelesen habe, und dass die sämmtlichen Anmerkungen zum ersten Tractat, und darunter auch die mit dem Uhrengleichniss, erst in Bontekoe's Ausgabe aus denselben Manuscripten von Zuhörern beigefügt worden seien, denen auch Tractat II bis VI (der Vorrede zufolge) entnommen sind. PFLEIDERER stützt diese Vermuthung, in der ihm, die Noten der Ethik betreffend, schon H. C. W. SIGWART[8] vorangegangen war,

[1] S. 105 f. seiner oben (S. 674, 5) genannten Schrift, woraus PFLEIDERER Leibn. und Geul. 15 f. das wesentliche mittheilt.

[2] DU BOIS-REYMOND Über die Grenzen des Naturerkennens. 3. Aufl. S. 42, 17.

[3] Monatsber. d. Berl. Akad. 1874 Aug. S. 563.

[4] Arnold Geulincx als Hauptvertreter der occasionalistischen Metaphysik und Ethik. (Beigabe zu dem Verzeichniss der Tübinger Doctoren d. Phil. von 1881/82.) Tüb. 1882. S. 30.

[5] Deutsche Literaturzeitung 1882, S. 1004.

[6] Philosoph. Monatshefte 1883, S. 525 ff.

[7] Worüber S. 674, 4.

[8] S. 151 der oben genannten Schrift.

theils auf die innere Beschaffenheit der Anmerkungen, die in ihrer weitschweifigen Zerfahrenheit allerdings Collectaneen aus Collegienheften viel ähnlicher sehen, als solchen Erläuterungen, die ihr Urheber selbst für den Druck bearbeitet hat; theils auf die Worte, welche BERTHOLD (a. a. O. 564) aus dem Vorwort zu der Ausgabe von 1683 mitgetheilt hatte, die sich aber genau so auch in der von 1675 finden. Diese Worte sprechen es mit vollkommener Deutlichkeit aus, dass die Noten erst jetzt zu dem Text hinzugekommen seien. *Tractatui Ethico primo*, sagt der Herausgeber hier, *quem ante pluscules annos typis describi ipse auctor curaverat, jam adjunximas notas amplissimas ad interpretationem textus*, von denen aber, wie bemerkt wird, nur die mit Zahlen, nicht die mit Buchstaben bezeichneten von Geulincx selbst herrühren; wie denn auch nur von ihnen gilt, dass Geulincx darin (wie diess BERTHOLD a. a. O. nachgewiesen hat) in eigener Person redet.

Diese Gründe scheinen auch mir so überzeugend zu sein, dass sie für sich allein die Behauptung rechtfertigen würden, die Anmerkungen seien dem Text von Geulincx erst später beigefügt worden. Indessen kann ich jetzt nicht allein PFLEIDERER's Vermuthung, so weit sie Geulincx betrifft, urkundlich sicherstellen, sondern auch über die Originalausgabe von Geulincx' Ethik nach eigener Anschauung berichten.

Als ich nämlich, durch die neueste Arbeit meines Tübinger Collegen veranlasst, auf der hiesigen Königlichen Bibliothek das Verzeichniss der dort vorhandenen Werke von Geulincx durchsah, stiess ich auf den Titel einer Schrift aus dem Jahre 1664, über die ich noch nirgends eine Notiz gefunden hatte: *De virtute*. Da der von Geulincx 1665 herausgegebene Theil seiner Ethik in seinem ersten Abschnitt von der Tugend im allgemeinen, im zweiten von den Cardinaltugenden handelt, vermuthete ich sofort, die im vorhergehenden Jahr erschienene Schrift »Von der Tugend« werde mit demselben in einem näheren Zusammenhang stehen; und diese Vermuthung wurde durch den Augenschein bestätigt. Jene Schrift *De virtute* ist eine Dissertation,[1] welche Jacob van Hoogemade d. 26. Apr. 1664 unter Geulincx' Präsidium öffentlich vertheidigte; und eben diese Abhandlung ist es, von der Geulincx in der Dedication des ersten Theils seiner Ethik vom 27. Juli 1665 sagt: er habe sie schon früher verfasst und drucken lassen,

[1] Ihr Titel lautet: *Disputatio ethica De Virtute et primis ejus proprietatibus. Quam favente Deo Opt. Max. sub praesidio clarissimi doctissimique viri D. Arnoldi Geulincx, Phil. et Med. Doctoris publice defendendam suscipit* Jacobus van Hoogemade, *Lugd. Bat. ad diem 26. April ante mer.* (Die Zahl 26 und »*ante mer.*« sind mit Tinte beigeschrieben.) *Lugduni Batavorum, ex officina Petri et Cornelii Hackii* MDCLXIV.

überreiche sie aber jetzt in neuer Bearbeitung vollständiger ausgeführt und sorgfältig gefeilt.[1] Zu jenem ersten Theil der Ethik verhält sie sich wie ein erster Entwurf zu dem ausgearbeiteten Werke. Die 16 Thesen, aus denen sie besteht, geben auf 9 Quartseiten in gedrängtem Abriss die Hauptgedanken der späteren Schrift, in welche die frühere ihrem Inhalt nach vollständig, grossentheils aber auch ihrem Wortlaut nach aufgenommen worden ist. Neue Aufschlüsse über Geulincx' System lassen sich natürlich gerade desshalb nicht von ihr erwarten.

War nun aber hiemit festgestellt, dass der erste, von seinem Verfasser selbst herausgegebene Theil des Werkes, das seit 1675 den Namen der Ethik führt, in seinem ersten Entwurf als eine Abhandlung »von der Tugend« bezeichnet worden war, so lag der Gedanke nicht ferne, er habe vielleicht auch in der Bearbeitung von 1665 den gleichen oder einen ähnlichen Titel gehabt, und die Originalausgabe von Geulincx' »Ethik«, nach der seit mehr als einem Jahrzehend so eifrig gefahndet wird, sei vielleicht nur desshalb bis jetzt nicht aufzufinden gewesen, weil man sie nicht unter ihrem ursprünglichen Namen gesucht hatte. Diese Vermuthung wurde durch die Wahrnehmung verstärkt, dass Geulincx selbst nicht allein in der schon angeführten Stelle seiner Dedication seine Schrift auch in ihrer zweiten Bearbeitung eine *commentatio de virtute* nennt, sondern dass auch die Vorrede derselben mit den Worten beginnt: *Hic est libellus de Virtutibus Cardinalibus; nomen a vulgo sumsi (sic decet), rem a natura* u. s. w. Um über die Sache wo möglich Gewissheit zu erhalten, wandte ich mich, unter Mittheilung meiner Vermuthung, an den Bibliothekar der Universität Leiden, Hrn. Dr. du Rieu; und sein Entgegenkommen machte es mir möglich, mich durch eigene Einsicht über die Beschaffenheit der Originalausgabe von Geulincx' »Ethik« zu unterrichten. Wenn ich für diese, nach den mir vorliegenden Anhaltspunkten, einen von den zwei Titeln: *De virtute* und *De virtutibus cardinalibus*, vermuthet und Hrn. du Rieu gebeten hatte, sie unter diesen Titeln zu suchen, falls sie unter dem der Ethik nicht zu finden sein sollte, so bestätigte sich diese Vermuthung so vollständig, dass die Schrift sogar beide Bezeichnungen trägt. Ihr Titel lautet nämlich: *Arnoldi Geulincx*[2] *Ant-*

[1] A. a. O. S. II: Die Ethik sei das oberste Gelass in dem Gebäude der Philosophie (eine Vergleichung, die G., wie viele von seinen Vergleichungen, breit und mit wenig Geschmack ausführt), der Abschluss *(coronis)* der Ethik aber sei die *Commentatio de virtute et primis ejus proprietatibus.* »*Hanc adumbratam jam ante mihi et typo etiam mandatam aliquamdiu jam dies totos pingo, fingo, coelo.*«

[2] Da G.'s Name sowohl hier als in der Dissertation *De virtute* (vor. Anm.) Geulincx (nicht —inx oder —incs) geschrieben wird, ist diese Schreibart für die richtige zu halten.

verpiensis, De Virtute et primis ejus proprietatibus, quae vulgo Virtutes Cardinales vocantur, Tractatus Ethicus primus. Lugduni Batavorum, apud Philippum De Croy, anno 1665. Der Text der Schrift, welcher sich, wie bemerkt, auf den ersten von den sechs Tractaten der späteren Ethik beschränkt, füllt 176 Seiten Duodez, das Format etwas kleiner. der Druck grösser und schöner, als in der Flender'schen Ausgabe; voran geht auf zehn Seiten die Widmung an acht Gönner des Verfassers (van Bouckhorst, Schaep, van Thilt, Buytevest, Paedts, Wittens, van Groenendyck, van Wevelickhoven) vom 27. Juli 1665, und auf weiteren zehn Seiten die Vorrede,[1] beide mit dem Abdruck bei Flender übereinstimmend. Der ganze übrige Inhalt der Bontekoe-Flender'schen Ausgabe der Ethik fehlt in der Schrift *De virtute*; und zu diesen fehlenden Stücken gehören ausser Tract. 2—6 auch die sämmtlichen Anmerkungen zum ersten Tractat (welche übrigens schon in der Ausgabe von 1675, so viel ich sehe, genau so lauten, wie in der von 1709), mit einer einzigen. ganz unerheblichen, Ausnahme,[2] sowie die *Argumenta*, die in den späteren Ausgaben fast jedem Paragraphen als Übersicht über seinen Hauptinhalt angehängt sind (vergl. S. 21. 34. 43. 64. 85. 105. 116. 156. 164. 191. 209. 215. 218 der Ausgabe von 1675, S. 26. 38. 45. 63. 81. 98. 107. 142. 149. 173. 190. 195. 198 der Flender'schen). Der Text des Tractats *De virtute* zeigt bei Bontekoe nur sehr wenige, bei Flender nur solche Abweichungen von der Originalausgabe, wie sie ohne jede Benutzung handschriftlicher Quellen theils durch Conjecturen, theils durch Versehen und Nachlässigkeiten des späteren Herausgebers entstehen konnten: eine Anzahl offenbarer Druckfehler, die sich in der Ausgabe von 1665 finden, ist verbessert,[3] in einigen Fällen die Orthographie[4] oder die Überschrift der Paragraphen[5] verändert. nicht selten sind aber auch, gerade bei Flender,

[1] In den Ausgaben von 1665 und 1675 hat diese die Überschrift: *Lector Benevole*; Flender setzt dafür: *praefatio auctoris ad lectorem.*

[2] Die Schrift *De virtute* hat auf ihren 176 Seiten nur eine einzige Anmerkung, cap. II, s. II., §. 11,3. S. 160 (S. 228 Flend.), wo zu »*Tyrannum aliquem*« die Note beigefügt ist: *Cajum illum: a quo Belgicum nostrum Kai, aut similem aliquem morionem.*

[3] Eine Aufzählung derselben darf ich mir wohl ersparen.

[4] In der Dedikation schreibt die Originalausgabe: »Paedts«, »Riberto«, »Wevelick-Hoven«, wo die von 1675 und Flender: »Paets«, »Ripperto«, »Wevelinck-Hoven« haben; den von Geulincx öfters angeredeten Philaret schreibt Flender immer richtig mit dem einfachen t, während die Originalausgabe und die von 1675 einigemale, c. II, sect. I, §. 1, 5. sect. II, §. 6, 4. (in jener S. 35. 118. 119, in dieser S. 58. 204. 205) »Philarethe« haben.

[5] Die Überschriften c. I, §. 2. 3. c. 2. s. I, §. 1. 2. s. II, §. 1. 5. 8. 9. 10 lauten bei Flender: *De ratione; De habitu; De Diligentia; De Obedientia; De Justitia; De Humilitate; De secunda obligatione; De quinta (sexta, septima) obligatione;* die Originalausgabe hat hier nur, wie sonst: *Ratio; Habitus; Obedientia; Justitia; Humilitas; secunda obligatio* u. s. f.; ebenso die Ausgabe von 1675.

entschiedene Verderbnisse in den Text gekommen, die mit Hülfe der Originalausgabe verbessert werden können.[1] Der wissenschaftliche Inhalt des Werks wird von diesen Varianten nicht berührt.

Dieser Sachverhalt lässt es nun allerdings als möglich erscheinen, dass die vollständige Ausgabe der Ethik Leibniz unbekannt geblieben sein könnte. Wenn er, wie Pfleiderer annimmt, während seines Aufenthalts in Paris oder bald nachher die erste, unvollständige Ausgabe der Ethik gelesen und sich daraus ein Urtheil über ihren Verfasser gebildet hatte, so ist es denkbar, dass er es überflüssig fand, die spätere, aus Vorlesungs-Heften von Zuhörern des verstorbenen Philosophen vervollständigte Ausgabe gleichfalls zu lesen, wenn

---

[1] Da die Originalausgabe der Schrift *De virtute* so ungemein selten ist, wird es solchen, denen die späteren Ausgaben der Ethik zugänglich sind, erwünscht sein, wenn ich nachstehend alle die Stellen verzeichne, in denen ich in der Flender'schen Ausgabe Fehler bemerkt habe, die aus der Originalausgabe zu verbessern sind.

Flender'sche Ausgabe von 1709.			De virtute 1665.		
S. 10	Z. 11:	quam passionem	S. 2	Z. 11:	quam eam pass.
» 15	» 14:	quam scimus	» 6	» 5 v. u.:	quem scimus.
» 30	» 4:	ad eas	» 17	» 7:	adeas.
» 58	» 6:	putat	» 34	» 14:	mutat.
» 58	» 12:	majores	» 35	» 1:	majoris.
» 65	» 1:	exaequare	» 39	» 3:	exequare (Dissert. De virt. No. X: exsequare).
» 79	» 5:	mele feriati	» 47	» 9:	male feriati.
» 92	» 6:	fure	» 56	» 2:	fere.
» 102	» 9:	commodus	» 63	» 2 v. u.:	commodius.
» 136	» 1:	jam jam auferri	» 84	» 2:	jam jam: auferri.
» 145	» 8:	curum	» 88	» 1 v. u.:	curam.
» 178	» 2:	praecipitatus ero	» 111	» 1:	praecipitavero (wahrsch. zu lesen: me pracipitavero).
» 184	» 6:	monumenta	» 117	» 7:	monimenta.
» 211	» 7:	Haec vero graviora sunt	» 144	» 11:	Haec graviora s.
» 217	» 7:	volo laborare ut edam	» 149	» 15:	»ut edam« fehlt.
» 223	» 4. 6:	brabeum ... brabeo ...	» 156	» 8. 10:	bravium ... bravio.
» 223	» 5:	si	» 156	» 8:	sic.

Die Ausgabe von 1675 stimmt in allen diesen Fällen mit der von 1665 überein; nur in dem letzten (223, 5 Flend.) hat sie (I, 246, 3) schon »si« statt »sic«. Statt »arcesset«, »arcessere«, »arcessam«, »arcessendae«, »arcessenda« (Flend. 148, 10. 177, 2. 181, 5. 234, 2. 236, 6) hat De virt. 1665 (S. 91, 12. 110, 5. 115, 3. 164, 14. 166, 5) »accersiet«, »accersire«, »accersam«, »accersendae«, »accersenda«, die Ausgabe von 1675 (163, 1. 195, 2. 199, 7. 258, 11. 261, 6) »accerset«, »accersire«, »accersam«, »accersendae«, »accersenda«; S. 235, 8 Flend. und schon S. 260, 7 der Ausgabe von 1675 fehlen hinter »occupat« die Worte (De virt. 1665. S 165, 10): nempe paginam 69. 70 etc. usque ad 88«. Sect. II, §. 2 Nr. 2 Schl. liest Flender (S. 110): »nihil horum facere posse; me cuncta haec invenisse hic«, die beiden Ausgaben von 1665 und 1675 übereinstimmend: »nihil horum facere me posse; cuncta haec invenisse me hic«; ebd. Nr. 3 Flender (S. 111): »me hoc etiam corpus agnosco clarissime non fecisse, me nihil simile facere posse«; jene beiden: »Hoc etiam corpus agn. clar. non fecisse me, nihil simile me facere posse«. Dagegen steht das archaistische ipsus (Flend. 81, 2) auch De virt. 48, 11 und S. 84, 1 der Ausgabe von 1675.

sie ihm auch zu Gesichte kam: und diess um so mehr, da er selbst sich mit den speciellen Fragen aus dem Gebiete der Ethik, auf welche die fünf neuen Tractate sich beziehen, nirgends eingehender beschäftigt. Indessen lässt sich nicht verkennen, dass diese Annahme durch das Dasein der Philaret-Ausgabe von 1675 an Wahrscheinlichkeit erheblich verliert, da diese gleichfalls in die Zeit von Leibniz' Aufenthalt in Paris, also in die Jahre fällt, in denen er die günstigste Gelegenheit hatte, sich mit den Schriften der Cartesianischen Schule bekannt zu machen. Keinenfalls aber haben wir Aussicht, jene Vermuthung von einer unsicheren Möglichkeit zu einem höheren Grade der Wahrscheinlichkeit zu erheben.

Es steht jedoch in Wahrheit nicht so, dass unser Urtheil über Leibniz' Verhältniss zu Geulincx und über sein Verhalten gegen diesen Philosophen von der Frage abhängt, die sich jeder sicheren Antwort entzieht, ob er die Anmerkungen zu der Ausgabe der Ethik von 1675 und 1683 gekannt hat. Leibniz hat sich nie für den Urheber des Gedankens ausgegeben, das Verhältniss von Seele und Leib durch das zweier gleichgehenden Uhren zu erläutern; dieser Gedanke war ihm vielmehr, wie BERTHOLD (a. a. O. S. 564) gezeigt hat, schon einige Monate, ehe er denselben zuerst für sich verwendet[1], in einer Abhandlung Foucher's[2] entgegengetreten, und es kann in diesem Fall nicht daran gedacht werden, dass er da, wo er selbst sich jener Vergleichung bedient, seiner Vorgänger desshalb nicht erwähne, um seine Abhängigkeit von ihnen zu verschleiern; er konnte vielmehr gerade desswegen von ihrer Erwähnung absehen, weil das Schriftstück, in dem das Uhrengleichniss bei ihm zuerst vorkommt, direkt an jemand gerichtet ist, der sich desselben vor ihm selbst bedient hatte, nämlich eben an Foucher, und weil auch das zweite[1], worin Leibniz seine Ansicht noch ausführlicher am Beispiel der zwei Uhren entwickelt, in derselben Zeitschrift erschien, in der ein Jahr früher Foucher dieses Beispiel gebraucht und vier Monate nach ihm Leibniz selbst seine Theorie mittelst desselben erläutert hatte. Geulincx als Urheber der von ihm gebrauchten Vergleichung zu nennen, war Leibniz in diesem Zusammenhang auch dann nicht verpflichtet, wenn

---

[1] Vergl. S. 675, 1.

[2] Der *Reponse à M. Leibniz* vom 12. September 1695, Leibn. Opp. phil. S. 129 f. Erdm. IV, 488 Gerh., wo Foucher, seinerseits kein Cartesianer, bemerkt: Gott, *ce grand artisan del' Univers,* könnte allerdings den Leib so einrichten, dass er alle von der Seele gewollten Bewegungen durch sich selbst ausführe, und die Seele so, dass die den Körperbewegungen entsprechenden Gedanken gleichzeitig mit diesen von selbst in ihr entstehen, und man müsse einräumen, *que cela n'est pas plus impossible que de faire que deux horloges s'accordent si bien et agissent si uniformément, que dans le moment que l'horloge A sonnera midi, l'horloge B le sonne aussi* u. s. w.

er dieselbe wirklich bei ihm gefunden hatte, da ein Schriftsteller doch nicht jeden zu nennen braucht, der vor ihm einen Gedanken geäussert hat, auf dessen Urheberschaft er selbst keinen Anspruch macht. Nur dann müsste es befremden, dass Leibniz den niederländischen Philosophen nie genannt hat, wenn er diesem entweder für seine Lehre von der prästabilirten Harmonie einen Beitrag zu verdanken hätte, der über das hinausgieng, was die andern Vertreter der Cartesianischen Schule hiefür darboten, oder wenn sich Geulincx wenigstens von diesen durch irgend welche Bestimmungen so weit entfernte, dass es Leibniz ungerecht hätte erscheinen müssen, ihn unter das gleiche Urtheil zu befassen, das er über den Occasionalismus eines Malebranche, La Forge, Cordemoi und Lamy fällt.

Wie verhält es sich nun hiemit?

Die neueren Darstellungen rücken allerdings Geulincx' Theorie über das Verhältniss des Leibes und des Geistes Leibniz' prästabilirter Harmonie nicht selten so nahe, dass es scheinen könnte, die leitenden Gedanken der letzteren seien schon in jener enthalten; und hiebei hat unverkennbar das Uhrengleichniss die entscheidende Rolle gespielt. Auch ich selbst hatte diesem bis vor kurzem auf meine Auffassung von Geulincx' Ansicht einen grösseren Einfluss gestattet, als ich ihm jetzt, nach wiederholter Untersuchung der Frage, einräumen kann. Legen wir jene Vergleichung vorläufig bei Seite, so zeigen sich zwischen den beiden Systemen weitgehende Unterschiede.

Die Theorie von Leibniz lässt sich, so weit sie hieher gehört, auf drei Grundbestimmungen zurückführen.[1] Erstens: Keine Monade kann von andern eine Einwirkung erfahren; auch die Seele erfährt daher keine von den Monaden, die ihren Leib bilden, und diese erfahren keine von ihr. Zweitens: Ändern daher auch die Monaden ihren Zustand fortwährend, so ist doch diese Veränderung durchaus auf ihr Inneres beschränkt, und sie vollzieht sich ausschliesslich nach den in ihrer eigenen Natur liegenden Gründen und Gesetzen. Drittens: Wenn sich nichtsdestoweniger alle Monaden und alle in ihnen vorgehenden Veränderungen zu dem Bild einer einzigen in jeder Beziehung vollkommenen Welt zusammenfinden, so hat diess seinen Grund einzig und allein in ihrer prästabilirten Harmonie, d. h. darin, dass Gott bei der Schöpfung jeder Monade auf alle andern Rücksicht genommen, jeder diejenige Natur verliehen und ihr ebendamit die-

[1] Über den Zusammenhang, in welchem Leibniz diese Sätze aufgestellt hat, über die Art, wie er sie begründet, und über die hergehörigen Stellen seiner Schriften findet man das nähere in den bekannten Geschichtswerken, z. B. meiner Gesch. d. deutschen Phil. S. 91. 93 f.

jenige Entwicklung ihrer inneren Thätigkeiten und Zustände vorgezeichnet hat, welche erforderlich war, wenn sie alle in ihrem Zusammensein die beste Welt bilden sollten.

Von diesen drei Sätzen wird nun gleich der erste — was man in der Regel viel zu wenig beachtet — in dem Sinn, den er bei Leibniz hat, von Geulincx nicht anerkannt.[1] Er setzt allerdings sehr oft und auf's nachdrücklichste auseinander, dass wir die Bewegung unseres Körpers nicht hervorbringen, und dass ebensowenig die Bewegung in unsern Sinnesorganen unsere Empfindungen hervorbringe; und er beweist diess ganz regelmässig einerseits mit dem, wie er glaubt, selbstverständlichen Grundsatz, dass kein Wesen etwas bewirken könne, wovon es nicht weiss, wie es bewirkt wird, andererseits mit der Erwägung, dass körperliche Dinge und Bewegungen unsern Geist, als ein unkörperliches Wesen, nicht treffen, auf ihn keinen Eindruck machen können. Er erklärt, wenn wir auch den Willen haben können, unsern Körper zu bewegen, so könne doch nur Gott machen, dass die von uns gewollten Bewegungen wirklich erfolgen; wenn unsere Sinne auch von gewissen Eindrücken getroffen werden, so könne doch nur Gott bewirken, dass wir die ihnen entsprechenden Wahrnehmungen erhalten; wir seien in der Welt nicht als handelnde Personen, sondern als blosse Zuschauer, und dieses selbst, dass wir sie sehen, sei nicht eine Folge ihres Einflusses auf uns, sondern lediglich ein Werk Gottes.[2] Er sagt, die Verbindung der Seele mit dem Leibe bestehe nur darin, dass es Gott gefalle, einerseits auf unsern Geist, andererseits auf unsern Leib in der ihr entsprechenden Weise zu wirken.[3] Er will unsern Leib nur als Gelegenheitsursache unserer Wahrnehmungen[4] betrachtet wissen.[5]

---

[1] Die Hauptquelle für die Kenntniss seiner Ansichten hierüber bildet neben der Ethik die Metaphysik, welche 1691, 22 Jahre nach Geul. Tod, zuerst herausgegeben worden ist.

[2] Da die wichtigeren von den Stellen, in denen Geul. diess ausführt, in den meisten neueren Darstellungen angeführt sind, will ich mich auf Angabe der Orte beschränken, wo sie sich finden. M. vergl. Eth. S. 112 f. 114 f. 118 f. 125. 127 — 133. 140. 158 f. Flend. Metaph. S. 26 f. 32. 85. 91. 127 f. 142 f.

[3] Metaph. 36: *unio enim illa, qua cum corpore unitus sum, ... non potest aliud esse quam voluntas et beneplacitum ejus, qui mediante corpore et motu in me sic agit itemque ad arbitrium voluntatis meae sic agit in corpus meum.*

[4] Metaph. 34: *Illud vero corpus meum est* (der Körper ist der meinige) *occasione cujus variae illae perceptiones in me suboriuntur, quae a me non pendent.* Ebd. 120, 1: Es gibt zwei Welten: die Welt wie sie an sich ist, und die Welt, wie sie sich unseren Sinnen zeigt; *priorem autem mundum Deus voluit esse occasionem posterioris.* Ebd. 169. Eth. 171, 36: *haec nostra corpora non cogitant, licet nobis occasionem praebeant cogitandi.* Vergl. auch S. 690, 5.

[5] Ganz ähnlich hatte sich über beides schon ein Jahr ehe Geulincx nach Leiden kam, 1661, de la Forge erklärt; vergl. Ritter XI, 100, 2. 99, 1. 102, 1. Sigwart S. 39 ff. 71 f. der S. 674, 5 genannten Schrift.

Aber seine Meinung ist doch nicht die, dass Körper und Geist gar keine Einwirkung von einander erfahren, sondern nur die, dass die Quelle der Causalität, vermöge deren sie eine solche erfahren, nicht in ihnen selbst liege. Unsere Wahrnehmungen sind nach Geulincx nicht, wie Leibniz annimmt, rein innerliche Vorgänge in unserer Seele, die ausschliesslich aus ihrer eigenen Vorstellungskraft und der bisherigen Entwickelung derselben hervorgehen: sie werden vielmehr mittelst unserer Sinne in uns hervorgerufen und würden ohne dieselben uns nicht entstehen; und in seiner Metaphysik (S. 25—33) beweist Geulincx ausführlich, dass die Gedanken, welche in uns sind, ohne von uns selbst abzuhängen, also die Wahrnehmungen (nach dem S. 683 besprochenen Grundsatz) nur von einem wissenden und wollenden Wesen in uns hervorgerufen sein können; dass aber dieses Wesen jene Gedanken durch Vermittelung eines Körpers *(interventu corporis cujusdam)* hervorrufe, und dass dieser Körper hiefür bewegt sein müsse.[1] Aber weil die Körper sich nicht selbst bewegen können,[2] und weil aus ihrer Bewegung die Entstehung von Gedanken in unserem Geiste sich nicht erklären lässt, kann nicht allein die Bewegung der Körper, sondern auch die Wirkung, welche sie dadurch auf uns ausüben, nicht als ihr Werk betrachtet, auf ihre Causalität zurückgeführt werden: sie wirken nicht als Ursachen, sondern blos als Werkzeuge,[3] nur Gott ist der wirkliche Urheber der Wirkungen,

---

[1] Diese letzteren Bestimmungen werden S. 28 ff. folgendermassen bewiesen: Gott könnte unsere Gedanken, sagt Geul., hervorrufen *aut mediante me, aut se ipso, aut tertio aliquo;* das erste aber lässt sich nicht annehmen, weil ich ein einfaches Wesen bin, *a quo diversae cogitationes emanare non possunt,* das zweite nicht, weil auch er ein einfaches Wesen ist, es bleibt also nur die dritte Annahme übrig. Da wir uns ferner ebenso deutlich bewusst sind, dass jene Gedanken durch einen Körper in uns hervorgerufen werden, wie wir uns bewusst sind, sie zu haben, so müssen wir auch annehmen, *illas per tale instrumentum in me excitari.* Weil aber *unum idemque instrumentum uno eodemque modo se habens unum tantum atque eundem effectum sortiri potest, corpus autem sine motu unum idemque est, uno semper eodemque modo se habet,* während es der Gedanken, *quae mediante corpore in me suscitantur,* zahllose und äusserst mannigfaltige sind: *necessum est ergo, ut corpus illud, quo velut instrumento suscitantur in me istae cogitationes, ... diversissimis motibus, ut fieri potest, moveantur [atur]* (S. 30).

[2] Hierüber S. 687 f.

[3] Metaph. 32: *Corpus atque motus nullam per se habent ad suscitandas in nobis cogitationes proportionem.* Der Körper besteht nur in der Masse und Ausdehnung, die Bewegung bewirkt nur, dass ein Körper an einem Ort ist oder nicht ist; was hat diess aber mit der Erregung von Gedanken in mir zu thun? *Etiamsi enim inter se occurrant corpora, tamen non incurrunt in me* (d. h. meinen Geist), denn ich bin einfach und nehme keinen Raum ein: *ego enim hac ratione inter corpora versor, ut in me agant, agant, inquam, velut instrumenta, non velut causae;* und nur darin besteht unsere Verbindung mit einem Leibe (*id enim est hominem esse, a corpore aliquo pati et vicissim in corpus illud agere,* Metaph. 35, vergl. ebend. 36, oben S. 683, 3), wie umgekehrt (Metaph. 141) die Trennung vom Leibe darin besteht, *quod non amplius mediante cor-*

die wir von ihnen herleiten, nur er ist es, welcher unsere Wahrnehmungen mit diesen Werkzeugen hervorbringt.[1] Und nicht anders verhält es sich auch mit der Bewegung unseres Körpers. Wenn uns Geulincx so oft und so nachdrücklich auseinandersetzt, dass wir unmöglich Bewegungen hervorbringen können, von denen wir gar nicht wissen, wie sie hervorgebracht werden,[2] wenn er uns wiederholt und bestimmt sagt, wir können schlechterdings nichts ausser uns bewirken, alle unsere Thätigkeit sei auf unser Inneres beschränkt,[3] so könnte man allerdings glauben, man habe es schon ganz mit der Ansicht zu thun, die uns später bei Leibniz begegnet, und Geulincx müsste wenigstens von unserer Seele gleichfalls sagen können, was jener von jeder Monade sagt,[4] dass sie eine Welt für sich bilde, wie wenn ausser ihr und Gott nichts existirte. Allein dieser Schein verschwindet sofort, wenn man jene Äusserungen in ihrem Zusammenhang mit andern betrachtet. Unser Wille kann allerdings, wie Geulincx glaubt, durch seine eigene Kraft keine Bewegung, weder in unserem Körper noch in andern Körpern, erzeugen; aber Gott kann bewirken, dass er eine solche erzeugt, indem er selbst sie unserem Willen entsprechend hervorbringt.[5] Unsere Thätigkeit reicht

pore et motu agat in nos (sc. Deus); Geul. definirt den Menschen (Eth. 139) als *mentem incorporatam, agentem in corpus et vicissim a corpore patientem.*

[1] Man vergl. hierüber ausser den soeben besprochenen Stellen der Metaphysik ebend. S. 117 (s. unten S. 690, 3). Ebend. 120: Einen Begriff der Welt, wie sie an sich *(in se)* ist, als eines auf's mannigfaltigste und geordnetste bewegten Körpers, könnten wir uns auch dann bilden, wenn wir keinen Leib und keine Sinne hätten: *hujus vero mundi* (von der uns sinnlich erscheinenden Welt) *nullam haberemus cognitionem, nisi sensibus et corpore instructi essemus.* Gott habe aber gewollt, dass die erste von diesen Welten *occasio* der zweiten sei (s. oben S. 683, 4); *voluit enim priorem illum mundum imprimere nobis diversas illas apparentias ... in quibus essentia posterioris illius mundi consummatur.* Ebd. 123. Eth. 111: mein Körper ist mit mir enger verbunden, als andere, *quod hujus interventu reliqua corpora ... percipiam, atque aliter ea percipere non valeam.* Ebd. 128: *ego .. ope illorum [oculorum] video.* Ebd. 130: *oculi igitur ad videndam nihil conferunt? conferunt sane: experimento mihi et intima conscientia notissimum est, oculos ad videndum facere: quid ergo? hoc unum: non natura, non vi, non potestate sua quidquam conferunt ad videndum, . . . sed quod oculi hic aliquid praestent et aliquid ad videndum conferant, id omne non a se, non a me, sed aliunde habent.* Ebd. 128, 28: *conferunt ergo oculi ad videndum ex divino decreto atque arbitrio vel beneplacito.*

[2] S. oben S. 683.

[3] Eth. 121: *Denique huc mihi deveniendum esse perspicio, ut ingenue fatear, nihil me extra me facere, quidquid facio, in me haerere, nihil horum, quae ago, ad meum aliudve corpus aut alio quoquam manare.* Ebd. 139: er habe sich mit absoluter Evidenz überzeugt, *in hoc mundo me extra me nihil agere posse: omnem actionem meam, quatenus mea est, intra me manere.* (Weiteres S. 686, 1.)

[4] Opp. philos. S. 127, 14. 128, 16 Erdm. (IV, 484. 485 Gerh.) 681, XIX Erdm.

[5] Eth. 142: *Esse autem me in hoc mundo non est aliud, quam me spectare hunc mundum (quod meum quidem est, sed a Deo) et quasdam ejus partes seu quaedam in eo*

als die unsrige so wenig über uns selbst, d. h. über unser Inneres hinaus, als diejenige der Dinge ausser uns in uns hineinreicht: aber Gott kann die eine wie die andere aus ihrem ursprünglichen Gebiet herausführen und in andere Dinge hinüberleiten.[1] Geulincx ist mithin nicht der Ansicht, dass unsere Seele von unserem Leib und dieser von ihr keine Einwirkung erfahre, sondern er glaubt nur, keiner von beiden Theilen könne diese Einwirkung auf den andern vermöge seiner eigenen, ihm von Natur zukommenden Kraft ausüben: er läugnet nicht, dass durch die Seele auf den Leib und durch den Leib auf die Seele gewirkt werde, sondern nur, dass diese Wirkung von ihnen selbst ausgehe. Die Seele ist ihm nicht eine gegen alle äusseren Einwirkungen abgeschlossene Welt, welche auf ihre innere Entwicklung beschränkt ist, sie steht vielmehr in einem realen Verkehr mit der Körperwelt; aber ihr Leib ist nur ein Werkzeug, das vom göttlichen Willen gehandhabt werden muss, wenn vermittelst desselben eine Veränderung in ihr hervorgebracht werden soll, und das sie selbst nur dann handhaben kann, wenn der gleiche göttliche Wille ihre von Natur auf sich selbst beschränkte Thätigkeit in dasselbe hinüberleitet. Es ist diess eine Anwendung des alten Satzes, dass die Gottheit die einzige wirkende Ursache in der Welt sei, zu der alle materiellen und natürlichen Ursachen sich als blosse Werkzeuge

corpora movere (quod solius Dei est et mihi tantum attribuitur ac imputatur, quia fit ad voluntatem meam; und dazu die Erläuterung: *actio incipit a nobis, estque originaliter in nobis, imo et nostra; sed definit in corpore et finaliter est extra nos et minime nostra sed Dei: passio vero nostra (utpote actio aliarum rerum in nos) incipit a rebus extra nos positis, et originaliter non est nostra; sed desinit in nobis, estque finaliter in nobis et nostra.*

[1] In diesem Sinn fährt Geul. gleich Eth. 121 fort: *Etiam si forte alius quisquam sit, qui inconsulto meo, sed arbitratu suo, actionem meam ad corpus aut aliud quippiam pertinere velit, et volendo faciat ut pertineat: sic ut meae partes hic nullae sint, et ea non sit vis meae actionis sed suae. Alius ergo quis animat actionem meam, cum extra me dimanat, et vim ei ac pondus, quo tantum valeat, quod a me accipere non poterat, impertit.* Ebd. 125, 21 (von der Thätigkeit eines Künstlers): *voluntas autem et exemplar artificis ... omnia sunt i m m a n e n t i a in ipso artifice, nec in opus exire extra ipsum possunt, nisi divina manu quasi educantur; quatenus vero sic educta non pertinent ad artificem, sed ad Deum seu auctorem mundi.* Ebd. 126: *V e l l e enim solum nobis relictum: quod non ad mundum pertinet sed ad nos ipsos: ita scil . ut actio tota maneat in nobis; virtute divina aliquando educatur quidem, sed eatenus non sit nostra sed educentis actio.* Ebd. 131: *perspicue intelligo, eo mihi deveniendum esse, ut agnoscam, sicut actio mea non pertingit ad res hujus mundi, ita nec actiones istarum rerum ad me pertinere: alterius hic iterum vis et industria subolet mihi, vis et industria non enarrabilis.* Ebd. 139 (nach dem S. 685, 3 angeführten): *eam [actionem meam] vi divina aliquando extra me diffundi: eatenus vero non esse meam actionem sed Dei; diffundi autem, cum Deo videtur et quantum Deo videtur, secundum leges ab ipso liberrime constitutas et ab arbitrio ejus penitus dependentes: ita ut ejusdem prorsus momenti sit, idem in re ipsa miraculum, ex imperio voluntatis meae linguam in ore meo tremere, cum terram dico, et ex eodem imperio terram ipsam tremere, interest tantum, illud ad tempus aliquod fieri Deo placuisse, non hoc.*

verhalten;[1] der Theorie eines Leibniz, welche die ganze Körperwelt aus lebendigen, in allen ihren Thätigkeiten ausschliesslich dem inneren Gesetz ihrer Natur folgenden Individuen bestehen lässt, steht eine Naturanschauung, die in derselben nur eine todte, aus sich selbst keiner Thätigkeit und Bewegung fähige Masse zu sehen weiss, diametral entgegen, und wenn Leibniz sagt, Seele und Leib können auf einander keinerlei Einwirkung ausüben, so steht diese Ansicht der von Geulincx um nichts näher, als etwa die Behauptung, das Glas könne vom Diamant nicht geritzt werden, dem Satz stehen würde: es könne nicht von ihm geritzt werden, wenn er nicht von einem Menschen dazu benützt wird.

Die Frage, wie wir uns jene göttliche Wirksamkeit näher zu denken haben, die allen Verkehr der Geister mit der Körperwelt vermittelt, wird von Geulincx nicht so klar und vollständig beantwortet, als man wünschen möchte. So viel erhellt allerdings aus bestimmten Erklärungen des Philosophen, dass er sich mit dieser Frage nicht auf das Verhältniss der Seele und des Leibes im Menschen beschränkt, dass vielmehr sein anthropologischer Occasionalismus einen allgemeinen metaphysischen Hintergrund hat. Er wendet seinen Grundsatz, dass nur das Wissende wirke, auf die gesammte Natur an. Wir meinen zwar, sagt er, die natürlichen Dinge wirken unbewusst, die Sonne erleuchte, das Feuer erwärme u. s. w.; als ob nicht von diesen vernunftlosen Dingen so gut, wie von uns selbst gelten müsste, dass nichts wirkt, was nicht weiss, was und wie es wirkt. In Wahrheit erzeugt nicht die Sonne das Licht, nicht das Feuer die Wärme, nicht das Schwere den Fall; sondern Gott ist es, der alles dieses unmittelbar *(proxime et immediate)* hervorbringt, indem er verschiedenen Theilen der Materie als seinen Werkzeugen eine verschiedene Bewegung mittheilt *(imprimere)*. Die Naturdinge sind daher nicht für wirkende Ursachen, sondern nur für Werkzeuge zu halten.[2]

[1] Nachdem schon Plato und Aristoteles die materiellen Ursachen im Unterschied von den idealen für blosse *συναίτια*, für die unentbehrlichen Bedingungen, nicht die wirklichen Gründe der Dinge erklärt, die Stoiker Gott als die einzige wirkende Ursache, die Materie als passives Substrat behandelt hatten (vgl. Phil. d. Gr. II, a, 576, 1. 644, 1. b, 331, 1. III, a, 131), war es vor allem Plotin, welcher die göttlichen Kräfte als die alleinigen wirkenden Ursachen darstellte (a. a. O. III, b, 499f. 553f.). Die gleiche Anschauung begegnet uns häufig bei den Platonikern der Renaissance, z. B. Joh. Pico von Mirandula (Heptapl. I, 1. Opp. Basil. 1601. I, 11), dessen Sätze hierüber Zwingli (De provid. c. 3. W W. IV. 86. 95 f.) wiederholt hat. Auch Zwingli's Nachfolgern unter den reformirten Theologen, namentlich Calvin, ist dieser Gedanke geläufig (vergl. Calvin Instit. I, 16, 2. A. Schweizer Glaubenslehre d. ev.-ref. Kirche I, 318 f.), wie er ja aus den Grundanschauungen der reformirten Kirche sich unmittelbar ergab; zu dieser Kirche war aber Geulincx übergetreten.

[2] Eth. Tr. I, Sect. II, §. 2, 4 n. 9 S. 115 f.; ähnlich Metaph. 24: Ich glaubte bisher, *res aliquas, quas brutas esse et omni cogitatione destitutas agnoscebam, aliquid operari*

Der Körper hat keine weiteren Eigenschaften als seine Ausdehnung, oder was dasselbe, seine Masse; aber diese ist etwas vernunftloses; wenn daher der Körper doch gewissen Gesetzen folgt und ihnen gemäss wirkt, so können ihm diese nur von einem Geiste gegeben sein, denn das Vernunftlose kann nur leiden, nicht wirken[1], und eben jener Geist muss der alleinige Grund der Bewegung, der erste Beweger muss auch der einzige sein.[2] Zu diesem Geiste verhält sich aber unser Geist ebenso, wie sich der einzelne Körper zu dem Körper verhält: er ist ein blosser Modus des göttlichen Geistes, er ist der Geist unter einer gewissen Beschränkung gesetzt; denkt man sich diese weg, so erhält man den Geist schlechthin, das reine Denken oder die Gottheit.[3] Wie man sich freilich diese Beschränkung des allgemeinen Geistes zu erklären hat, durch welche die Einzelgeister entstehen, sagt der Philosoph nicht, und wenn ihm diese Frage entgegengetreten wäre, hätte er sie vermuthlich als unbeantwortbar für den Menschen abgewiesen.

Schon aus dem oben (S. 687) angeführten geht nun hervor, dass sich Geulincx jene Einwirkung der Gottheit, durch welche die Bewegung der Körper allein hervorgebracht werden kann, als eine unmittelbare denkt; und das gleiche muss selbstverständlich auch von

---

et agere, z. B. das Feuer, die Sonne, die fallenden Steine. *Sed cum intellectum intendo, in evidentiam hujus principii, quod nescis, quomodo fiat, id non facis, non possum non videre, me falsum fuisse* u. s. w.

[1] Metaph. 43, wo u. a.: *Cum corpus ergo res bruta sit, sequitur tamen necessario dictamina quaedam, regulas et notiones mentis,* denn *quot sunt corporis proprietates tot sunt canones a mente pendentes, atque proinde evidentissimum est, mentem aliquam praecedere in natura dictantem illas regulas et jubentem efficaces esse; etiamsi enim necessario efficaces sint, id tamen res illa bruta non praestat, sed hoc aliunde provenit nempe a mente, cum res illa bruta tantum agi possit, non agere.*

[2] Metaph. 123: *nobis vero primus motor et simpliciter motor idem sunt; satis enim ex ante dictis elucescit, nec nos nec corpora nec aliud quicquam movere praeter illum, qui motum condidit pone nos.* Die Körper, die ihre Bewegung andern mittheilen, bewirken die der letzteren nicht, *et quod motum non efficiunt satis ex eo evincitur, quod nesciant, quomodo fiat.* Ebd. 143: *Deus solus primus motor et solus motor.*

[3] Metaph. 56: *Sumus enim modi mentis, ut corpora particularia sunt modi corporis. Nos non sumus mentes (tunc enim essemus Deus) sed mentes certo modo nos habentes, limitatae, nempe ad aliam mentem, quemadmodum omnis modus ad alium modum terminatur .... si auferas modum, remanet ipse Deus.* Ebd. 116: *Nota Deum esse mentem simpliciter proprie et vere: ita* (l. *ut*) *quando mens tantum dicitur, nihil addendo, nihil etiam praeter Deum intelligi possit: nam mentes creatae seu mentes particulares atque limitatae, non sunt mens sed mens eo usque, nec enim simpliciter cognoscunt aut volunt, sed cum certo limite.* Ebd. 237: *Deus igitur est mens simpliciter et absolute .... mens autem humana praecisa et abstracta.* Ebd. 238 f.: Wenn wir alle Beschränkung von uns selbst wegdenken, *clarissime Deum ipsum in nobis agnoscimus et nos in illo .... remove enim a te limitationem illam, qua intellectus tuus ita circumscriptus est .... quid nisi Deum ipsum infinitam mentem a qua praecisus fueras apprehendis? ... deme illas praecisiones, puram putamque invenies cogitationem ... i. e. Deum ipsum.*

den Einwirkungen gelten, durch die er einerseits unserem Willen entsprechende Bewegungen in ihnen hervorbringt, unsere Thätigkeit, wie Geulincx sagt, in sie hinüberführt, andererseits die Bewegungen unseres Körpers in unserem Geist Gedanken hervorrufen lässt, die sie vermöge ihrer eigenen Natur unmöglich hervorrufen könnten. Nicht blos unser Geist ist ja ein blosser Modus des göttlichen Geistes, sondern alle Dinge bleiben, auch nachdem sie erschaffen sind, in ihm;[1] und da die Körper überhaupt keine Wirkung hervorbringen können, unser Geist aber keine, die über ihn selbst hinausreicht, lässt sich schlechterdings nicht absehen, wie die göttliche Wirksamkeit, die den Verkehr des Geistes mit seinem Leib und der Aussenwelt ermöglicht, eine andere als eine unmittelbare sein könnte.

Daraus folgt allerdings nicht, dass diese Wirksamkeit sich aus einzelnen willkürlichen Akten zusammensetzt: Geulincx erkennt vielmehr an, dass sie sich nach gewissen Gesetzen richte, wenn er auch diesen Gedanken nicht so streng festhält, dass er diese Gesetze, mit Spinoza, als unverbrüchliche, keiner Ausnahme fähige Naturgesetze betrachtete. Unsere Thätigkeit verbreitet sich, wie er sagt, durch das Dazwischentreten der göttlichen Kraft in die Körperwelt gemäss den von Gott gegebenen Gesetzen;[2] und da er fest überzeugt ist, dass die Welt durch einen schöpferischen Akt Gottes in's Dasein gerufen wurde,[3] lässt er auch jene Gesetze irgend einmal von Gott gegeben werden.[4] Aber die Wirksamkeit, welche sich nach ihnen richtet, wird dadurch nicht zu der eigenen Wirksamkeit der Geschöpfe und hört nicht auf, die Wirksamkeit Gottes zu sein: wenn Gott die von ihm hervorgebrachte Bewegung erhält, so heisst diess: er bringt sie fortwährend hervor,[5] und wenn er Gesetze für dieselbe gegeben hat, so sind diese Gesetze in Wahrheit nur Beschlüsse, die er hinsichtlich seiner eigenen

[1] Metaph. 97: *Deus nihil potest annihilare, quia omnia quae dedit ex ipso sunt et in ipso manent.*

[2] Eth. 139 f. (s. S. 686, 1). Ebd. 155: *Deus ineffabili sua sapientia tales scivit dare leges motus ut cum voluntate mea libera quidam congrueret motus omnino a voluntate et potestate mea independens.* Ebd. 124: *has res diversissimas (motum materiae et arbitrium voluntatis meae) inter se devinxit.* Ebd. 246: *Dei enim solius est, dicere rebus leges.* Metaph. 43 (s. o. S. 688, 1). Ebd. 152: *Nihil igitur aliud est Deum haec facere, quam his eum priorem esse, his intellectu regulas essentiae ac proprietatum dictare et voluntate efficaciter velle, ut hae regulae ratae sint.*

[3] Geul. begründet diese Überzeugung Metaph. 43 f., und kommt auch in der Folge öfters (S. 92. 140. 147. 151) auf sie zurück.

[4] M. vergl. die Präterita: *terminos posuit, constituit* (Eth. 123) *devinxit, copulavit atque devinxit* (ebd. 124 vergl. vorl. Anm.), *scivit dare leges* (ebd. s. vorl. Anm.), *effecit* (s. Anm. 5).

[5] Met. 124: *motus, quem mundi conditor effecit et conservando continuo efficit.*

Wirksamkeit gefasst hat.[1] Denn die Gesetze, denen die Bewegung der Körper und die Wechselwirkung zwischen Geist und Körper gehorcht, sind bei Geulincx nicht, wie bei Spinoza, eine Folge, die aus der Natur der Körper und des Geistes mit Nothwendigkeit hervorgeht, sondern etwas, was lediglich von dem Willen und Belieben Gottes abhängt.[2] Wenn Gott vermittelst unserer Sinnesorgane eine Wahrnehmung in uns erzeugt, so gebraucht er hiefür, wie Geulincx unermüdlich wiederholt, ein an sich durchaus ungeeignetes Werkzeug, und dass er mit diesem Werkzeug den beabsichtigten Erfolg bewirkt, beruht lediglich auf seinem Willen;[3] und nicht minder ungeeignet ist das Mittel, dessen er sich bedient, wenn er uns unsern Leib bewegen,[4] oder wenn er uns in Folge der Zeugung in's Leben eintreten lässt.[5] Gott ist daher auch an diese Mittel nicht gebunden,[6] so gut er z. B. für gewöhnlich an einen bestimmten Akt unseres Willens einen bestimmten Erfolg geknüpft hat, könnte er auch einen ganz andern damit verknüpfen;[7] und wenn er durch jene Mittel Wirkungen hervorbringt, die nicht als die natürlichen Folgen ihrer Anwendung betrachtet werden können, so ist die Art, wie er sie hervorbringt,

[1] Auch Geul. selbst bezeichnet sie als solche, wenn er Eth. 123 (s. o. S. 686, 1) sagt: Gott beseele unsere Wirksamkeit; *is idem terminos posuit, ultra quos eam non efferre constituit.*

[2] Dass ein Kreis eine Fläche hat und ein Berg nicht ohne Thal ist, sagt Geul. Metaph. 136, sei nothwendig, es folge aus der Natur der Sache, oder, was dasselbe, aus dem Verstande Gottes; *sed nihil simile apparet in motu, nil simile in motione, qua Deus nos per motum in cogitationibus nostris tam ineffabiliter movet ... motus enim est de genere contingentium cum et possit non esse et aliquando non fuerit ... Cum igitur haec nullatenus necessaria sint, de se enim potius non essent quam essent .... vides notabile discrimen inter ea quae necessaria sunt ... et inter ea, quae contingentia sunt (i. e. primum a voluntate divina* (del.) *Dei dependent, nulla ex natura seu intellectu praecedente necessitate) vides .. fontem omnis contingentiae in aliis rebus esse libertatem Dei.* Weiteres folg. Anmm.

[3] Metaph. 91: Die Bewegung unseres Körpers verursacht in uns verschiedene Gedanken, *non equidem ex natura sua ... sed ex arbitrio et beneplacito Dei, qui (licet inidoneo instrumento) causat in nobis cogitationes.* Ebd. 29: *quia prorsus inhabile esse intelligo [corpus] ut cogitationes aliquas per se subministret mihi: hoc tantum efficit, eum, qui cogitationes illas in me, instrumento per se tam inepto et inidoneo suscitat, hac in parte ineffabilem esse.* Ebd. 117: *ineffabili illa operatione, quae per corpus et motum (inidonea prorsus de se et inepta et bruta instrumenta) cogitationes in nobis diversissimas excitat.* Vergl. Anm. 2.

[4] Metaph. 117 fährt fort: *itemque operatione etiam illa stupenda, quia* [l. *qua*] *ipse ad arbitrium voluntatis nostrae quasdam partes in corpore movet.*

[5] Metaph. 113: *sicut inidoneo prorsus et natura sua inepto instrumento (tantum enim aptum est ex Dei ordinatione ac voluntate) qui patres nostri ... dicuntur, occasionem praebent nativitati nostrae: ... ita etiam inepto de se instrumento, qui magistri nostri ... dicuntur occasionem praebent scientiae ac doctrinae nostrae, utuntur nempe vocibus* u. s. w.

[6] Metaph. 113: *ipse enim mediis illis de se inidoneis non adstringitur.*

[7] Eth. 139 f.; s. S. 686, 1 g. E.

nicht allein für uns ebenso unbegreiflich,[1] wie diess das göttliche Wirken überhaupt ist,[2] sondern sie ist auch an sich selbst eine schlechthin wunderbare und übernatürliche.[3]

Wie verhält sich nun zu dem, was sich uns im Vorstehenden als die Meinung unseres Philosophen ergeben hat, die vielbesprochene Vergleichung des Verhältnisses zwischen Seele und Leib mit dem zwischen zwei gleichgehenden Uhren?[4] Diese Vergleichung macht allerdings, für sich genommen, zunächst den Eindruck, als ob das Zusammentreffen körperlicher und geistiger Vorgänge durch dieselbe in Leibniz' Sinn aus einer präformirten Harmonie beider erklärt werden solle. Wenn wir zwei Uhren sehen, welche regelmässig die gleiche Stunde zeigen, und wir glauben zu wissen, dass keine von ihnen durch die andere bewegt wird, so wird unser nächster Gedanke nicht der sein, dass jemand hinter ihnen stehe, der fortwährend bald A nach B, bald B nach A richte, sondern wir werden annehmen, jede werde ausschliesslich von ihrem eigenen Werke getrieben, aber diese Werke seien so construirt, dass ihr Gang übereinstimmt. Allein dass auch Geulincx mit seiner Vergleichung gerade dieses und nichts anderes ausdrücken wollte, könnten wir nur dann behaupten, wenn wir sicher wüssten, er habe bei ihr denselben Vergleichungspunkt im Auge gehabt, und diesen gleich weit und in der gleichen Richtung verfolgt, wie diess uns zunächst läge. Dessen sind wir jedoch überhaupt bei keinem Schriftsteller zum voraus gewiss, am wenigsten aber bei einem solchen, dessen Vergleichungen auch sonst nicht immer so geschmackvoll und mit so sicherer Hand ausgeführt sind, dass wir

[1] *Ineffabilis* ist bei Geul. das stehende Prädikat dieser göttlichen Wirksamkeit; vergl. Metaph. 29. 117 (beides S. 690, 3 angeführt). Ebd. 136 (oben S. 690, 2). Eth. 155 (s. o. S. 689, 2). Ebd. 117: *stupendus et ineffabilis.* Ebd. 131 (bald nach dem S. 686, 1 angeführten): *modum tamen, quo haec praestat, nec intelligo et intelligo intelligere me nunquam posse,* und eben darin besteht, wie n. 29 beifügt, das *ineffabile.*

[2] Eth. 131: *estque Deus hoc pacto non in se tantum sed in omnibus suis operibus ineffabilis.*

[3] Geulincx selbst bezeichnet sie öfters so. Vergl. Metaph. 30: *instrumento per se inepto, aptitudinem vero et proportionem ab eo sortiente, qui eo tam mirabiliter utitur.* Eth. 141: Gott allein lässt mich die Aussenwelt schauen: *idque modo ineffabili, incomprehensibili: quapropter inter stupenda Dei miracula, quorum me in hoc mundo spectaculo dignatur, ego ipse spectator maximum sum et juge miraculum;* und dazu n. 51: *turpes sunt ethnici illi philosophi . . . qui hominem in censum rerum naturalium ubique redigunt . . . cum clarissimum jam nobis factum sit ex praecedenti inspectione, hominem minime pertinere ad ordinem naturalem, . . . sed conditionem ejus prorsus ad ordinem miraculi referendum esse.* Dass hiemit ein wirkliches Wunder, nicht blos etwas für uns unbegreifliches gemeint ist, liegt am Tage: Geul. erklärt ja, wie wir gehört haben, die Wechselwirkung von Geist und Körper ausdrücklich für etwas, das nicht von natürlichen Ursachen, sondern nur von einer unmittelbaren Wirkung der Gottheit herrühren könne.

[4] Worüber S. 675.

uns darauf verlassen könnten, für jeden einzelnen Zug des Bildes im Gegenbild einen entsprechenden zu finden.[1] Bedient sich doch Geulincx zur Erläuterung desselben Verhältnisses, das an dem Uhrengleichniss veranschaulicht werden soll, in dem Beispiel von dem Kind in der Wiege einer Vergleichung, die an alles andere eher, als an eine präformirte Harmonie, denken lässt;[2] und die Ähnlichkeit zwischen dem Verhältniss der beiden Uhren und dem Verhältniss des Leibes und der Seele findet er selbst da, wo er sich darüber erklärt,[3] lediglich darin, dass in beiden Fällen eine Übereinstimmung zwischen zwei Dingen nicht durch eine direkte Einwirkung derselben auf einander, sondern durch ihre gemeinschaftliche Abhängigkeit von einer dritten Ursache herbeigeführt wird. Die Frage dagegen, wie wir uns die Wirksamkeit dieser dritten Ursache näher zu denken haben, also gerade diejenige Frage, um welche sich der ganze Unterschied der prästabilirten Harmonie vom Occasionalismus dreht, wird durch das Uhrengleichniss als solches, wenn wir nicht mehr hineinlegen, als sein Urheber selbst hineinzulegen uns ein Recht gibt, nicht beantwortet. Hierüber lässt sich daher nur nach denjenigen Erklärungen entscheiden, in denen Geulincx seine Theorie wissenschaftlich darlegt und begründet, und diese stellen es ausser allen Zweifel, dass auch das Uhrengleichniss nicht im Sinn der prästabilirten Harmonie, sondern in dem des Occasionalismus verstanden sein will.

[1] Was den Geschmack betrifft, so vergl. man, was S. 678, 1 angeführt ist; wie wenig man bei Geulincx vor hinkenden Vergleichen sicher ist, zeigen die Stellen Eth. 154 f. 123, 19. Metaph. 144, in denen die Art, wie unser Wille durch Vermittelung des göttlichen unsern Leib bewege, mit der Art verglichen wird, wie ein Kind das Schaukeln seiner Wiege bewirke, indem es nämlich seine Mutter veranlasse, es zu schaukeln. Denn so oft auch G. auf diese Vergleichung zurückkommt und so viel er sich darauf zugute zu thun scheint, so muss er doch schliesslich selbst einräumen, dass sie desshalb nicht ganz zutreffe, weil wir nicht in der Lage seien, auf den Willen der Gottheit einen Einfluss auszuüben, wie das Kind auf den seiner Mutter.

[2] Vergl. vor. Anm. Wenn die Mutter bemerkt, dass das Kind geschaukelt sein will, und es desshalb schaukelt, so entspricht diesem Vorgang im Gegenbild nur die Vorstellung, dass Gott eingreife, um eine Bewegung unseres Leibes hervorzurufen, wenn wir ihn bewegen wollen, wogegen ihm die Annahme einer prästabilirten Harmonie nicht im geringsten entspräche; und auch nach der Correctur, die G. an dem Beispiel von dem Kinde vornimmt, sagt die Vergleichung nur aus: unser Körper bewege sich auf unsern Willen, weil Gott die dem letzteren entsprechende Körperbewegung hervorbringe, und zwar ohne von uns dazu bestimmt zu werden. Was gäbe uns nun das Recht, diese Vergleichung nach unserer Auffassung des Uhrengleichnisses zu deuten, und nicht vielmehr dieses nach jener? Das Bild von dem Kind in der Wiege kommt bei G. früher und ständiger vor, als das von den Uhren: dieses nämlich erst in den Anmerkungen zu der Ethik, jenes schon im Text ihrer ersten Auflage, und ausser der Ethik auch in der Metaphysik.

[3] In den S. 675 angeführten Worten, über die auch Eth. 140 nicht hinausführt: »*idque absque ulla causalitate, qua alterum hoc in altero causat, sed propter meram dependentiam, qua utrumque ab eadem arte et simili industria constitutum est.*

Kommen wir nun von hier aus auf den Punkt zurück, von dem diese Untersuchung ausgieng, und fragen, ob Leibniz für seine Lehre von der prästabilirten Harmonie Geulincx etwas zu verdanken haben konnte, was ihm die Pflicht auferlegt hätte, ihn als seinen Vorgänger zu nennen, so können wir diese Frage nur verneinen. Das Zusammentreffen zwischen diesen beiden Philosophen beschränkt sich auf den Gedanken, das Ineinandergreifen des geistigen und des leiblichen Lebens statt einer realen Wechselwirkung zwischen Leib und Seele aus ihrer gemeinsamen Abhängigkeit von der göttlichen Causalität zu erklären. Aber dieser Gedanke war das Gesammteigenthum der ganzen Cartesianischen Schule: und er war von Geulincx weder zuerst aufgestellt, noch mit so eigenthümlichen Gründen gestützt worden, dass ihm Leibniz für seine eigene Theorie mehr hätte entnehmen können, als z. B. unter seinen Vorgängern einem Laforge oder Clauberg, unter seinen Nachfolgern einem Malebranche. Was aber die Art betrifft, wie Gott die Übereinstimmung zwischen Geist und Körper bewirken sollte, so standen Geulincx' Annahmen hierüber mit Leibniz' Ansicht in keinem geringeren Gegensatz, als die aller andern Occasionalisten. Er hielt, wie sie, die Körper für nichts weiter, als todte, raumerfüllende Massen, denen er jede Fähigkeit, sich selbst zu bewegen, absprach: er leitete ihre Bewegung und ihren Verkehr mit der Seele von einer unmittelbaren Einwirkung der Gottheit her, die er selbst als eine wunderbare bezeichnete, während Leibniz beides aus der bei der Schöpfung festgestellten Ordnung der Dinge nach festen Naturgesetzen sich entwickeln liess; er nahm im Unterschied von Leibniz eine Einwirkung des Leibes auf die Seele und der Seele auf den Leib an, nur dass diese erst durch das Eingreifen der Gottheit von jedem von beiden Theilen in den andern übergeleitet werden sollte. Es lässt sich nicht absehen, wesshalb Geulincx unter diesen Umständen mehr als andere Occasionalisten für einen Vorgänger der Lehre von der prästabilirten Harmonie gelten sollte, und auch das Uhrengleichniss macht ihn, wie wir gesehen haben, nicht dazu. Wenn es daher unser deutscher Philosoph versäumt hat, des niederländischen Cartesianers zu erwähnen, so kann er diess nicht desshalb unterlassen haben, um seine Abhängigkeit von demselben zu verdecken, denn er war gar nicht von ihm abhängig; man kann ihm daher sein Stillschweigen wenigstens nach dieser Seite nicht verübeln.

Hat er aber Geulincx nicht vielleicht doch darin ungerecht behandelt, dass er ihn von seinem allgemeinen Urtheil über den cartesianischen Occasionalismus nicht ausdrücklich ausnahm? Auch zu dieser Behauptung gibt der Thatbestand, wie sich uns dieser gezeigt hat, kein Recht. Leibniz' hauptsächlichster, immer wiederkehrender Einwurf

gegen das System der gelegenheitlichen Ursachen ist ja der, dass diese Theorie keinen Aufschluss darüber gebe, in welcher Art Gott die Übereinstimmung zwischen Leib und Seele bewirke, dass sie dieselbe nicht aus natürlichen Ursachen erkläre, sondern statt dessen zum Wunder, zu einem *Deus ex machina* greife.[1] Geschieht nun Geulincx ein Unrecht, wenn man ihn in dieses Urtheil mit einschliesst, und hätte er selbst diese Gemeinschaft mit den übrigen Occasionalisten ablehnen können? Er, der uns so oft und so nachdrücklich einschärft, dass die Bewegung der Körper, dass der Einfluss unseres Willens auf unseren Leib und unserer Sinne auf unsern Geist, nicht aus ihrer eigenen Natur, sondern ausschliesslich aus einer unmittelbaren, unbegreiflichen, wunderbaren Einwirkung Gottes hervorgehe? Und hieran wird auch dadurch nichts geändert, dass sich Geulincx die Dinge der Gottheit immanent, die Einwirkung der Gottheit auf dieselbe als eine fortwährende denkt. Diese Wendung der occasionalistischen Theorie war auch Leibniz nicht unbekannt; aber er war nicht der Meinung, dass seine Einwendungen gegen dieselbe von ihr berührt werden. Der Benedictiner P. Lamy hatte in seiner Schrift über die Selbsterkenntniss[2] den Vorwurf, dass die occasionalistische Theorie genöthigt sei, zu fortwährenden Wundern ihre Zuflucht zu nehmen, mit der Bemerkung zurückgewiesen: da es sich Gott allgemein zum Gesetz gemacht habe, Seele und Leib immer in Übereinstimmung zu erhalten, sei das Eintreten dieses Erfolgs kein Wunder;[3] und in demselben Sinn hatte sich auch Bayle geäussert.[4] Leibniz lässt diese Auskunft nicht gelten. Eine von Gott willkürlich gegebene Bestimmung, erwiedert er treffend,[5] wäre auch dann, wenn sie all-

---

[1] So z. B. Système nouveau No. 13. S. 127 Erdm. IV, 483 Gerh., wo über das System der gel. Ursachen bemerkt wird: so treffend dasselbe die Schwierigkeit der gewöhnlichen Annahme hervorhebe, so wenig vermöge es dieselbe wirklich zu beseitigen. *Il est bien vray ... que toutes les choses, avec toutes leur réalités sont continuellement produites par la vertu de Dieu: mais pour résoudre des problemes, il n'est pas assez d'employer la cause générale, et de faire venir ce qu'on appelle Deum ex machina. Car lorsque cela se fait sans qu'il y ait autre explication qui se puisse tirer del' ordre des causes secondes, c'est proprement recourir au miracle.*

[2] *Connoissance de soy-même.* Par. 1699. Man vergl. über diese Schrift, die mir nicht zu Gebote steht, Gerhard, die philos. Schriften v. Leibn. IV, 421. Ihr Titel entspricht dem des Abschnitts von Geulincx' Ethik, in dem sein Occasionalismus vorgetragen ist: *De inspectione sui.* Leibniz berührt sie auch S. 704, b Erdm.

[3] So berichtet Leibniz darüber S. 460 Erdm. IV, 594 Gerh.

[4] Dict. Art. Rorarius Rem. C. (Bd. IV, 85 b d. Basler Ausg. von 1738): *qu'afin qu'une action soit miraculeuse, il faut que Dieu la produise comme une exception aux loix générales: et que toutes les choses, dont il est immédiatement l'auteur selon ces loix là, sont distinctes d'un miracle proprement dit.*

[5] In der *Réponse,* welche in dem von Leibniz zum Druck gegebenen Auszug bei Erdmann 458 f., vollständig bei Gerhard IV, 590 ff. steht, S. 460. 458 Erdm. 594. 591 Gerh.

gemein gälte, darum noch kein Naturgesetz. Ein Wunder ist, was sich aus der Natur der Dinge nicht erklären lässt. Wenn Gott beschlossen hätte, einen Vorgang, der dieser Natur der Dinge nicht entspricht, beständig eintreten zu lassen, so hätte er damit nicht ein Naturgesetz gegeben, sondern er hätte sich vorgenommen, ein fortwährendes Wunder zu verrichten, und zur Hervorbringung eines Erfolgs, der die Kräfte der Natur übersteigt, unaufhörlich selbst einzugreifen. Eben diess aber wäre nach dem System der gelegenheitlichen Ursachen der Fall, wenn die Seele und der Leib beständig übereinstimmten, ohne dass doch ihre Natur, die Einrichtung des Leibes und der Verlauf der Vorstellungen in der Seele, diese Übereinstimmung herbeiführte. In seinem eigenen System, bemerkt Leibniz, seien die verschiedenen Substanzen in Übereinstimmung, weil der vorhergehende Zustand einer jeden diess natürlicher Weise zur Folge habe, in dem der gelegenheitlichen Ursachen, weil es Gott ohne diese Bedingung fortwährend bewirke; und dieser Unterschied der beiden Systeme falle nur um so mehr in die Augen, wenn man, wie Lamy (und ganz so schon Geulincx), eine natürliche Übereinstimmung von Seele und Leib für unmöglich erkläre. Nicht anders würde Leibniz geurtheilt haben, wenn man ihn darauf aufmerksam gemacht hätte, dass Geulincx die Einwirkung Gottes auf die endlichen Wesen doch als eine fortgehende und gesetzmässige betrachte und sie mit der Immanenz der Dinge in der Gottheit begründe. Diess, würde er geantwortet haben, sei auch von andern Occasionalisten geschehen; aber diese Bestimmungen reichen nicht aus, um die Erfolge, welche so hervorgebracht werden, zu natürlichen zu machen: so lange die Einwirkung der Gottheit eine unmittelbare, und nicht durch die eigene Natur und Thätigkeit der Geschöpfe vermittelt sein soll, sei der Anstoss des Wunders nicht beseitigt. Gegen diese Antwort würden auch wir nichts einwenden können. Geulincx' philosophische und geschichtliche Bedeutung beruht weit weniger in seiner Fassung der occasionalistischen Theorie, als in den Theilen seines Systems, die uns in ihm einen Vorgänger und Geistesverwandten Spinoza's zeigen: einerseits seiner Theologie, andererseits seiner Ethik.

Ausgegeben am 26. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.

XXXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

26. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Fuchs las die umstehend folgende Abhandlung über Differentialgleichungen, deren Integrale feste Verzweigungspunkte besitzen.

2. Hr. Waitz überreichte einen neu erschienenen Band der Monumenta Germaniae historica, Abtheilung Antiquitates: Libri Confraternitatum Sancti Galli, Augiensis, Tabariensis (herausgegeben von R. Piper in Altona).

3. Ein Rescript des vorgeordneten K. Ministeriums vom heutigen Datum zeigt an, dass die Wahl des Professors an der hiesigen Universität und Directors des Zoologischen Instituts Hrn. Dr. Franz Eilhard Schulze zum ordentlichen Mitgliede der Akademie unter dem 21. d. M. die Allerhöchste Bestätigung erhalten hat.

4. Die Akademie hat ihr ordentliches Mitglied Hrn. Droysen am 19. d. M. durch den Tod verloren.



Über Differentialgleichungen, deren Integrale feste Verzweigungspunkte besitzen.

Von L. Fuchs.

Ist eine Differentialgleichung gegeben, so kann man nach einem bekannten Satze von Cauchy ein und nur ein Integral finden von der Beschaffenheit, dass für einen willkürlich angenommenen Werth z_0 der unabhängigen Variabeln z das Integral y und seine $n-1$ ersten Ableitungen y^1, $y^{(2)}$, ... $y^{(n-1)}$ willkürlich vorgeschriebene Werthe $y = \eta_0$, $y^1 = \eta_1$, $y^{(2)} = \eta_2$, ... $y^{(n-1)} = \eta_{n-1}$ erhalten, wenn zugleich festgesetzt wird, welchen von den aus der Differentialgleichung sich ergebenden diesen Werthen zugehörigen Werthen der n^{ten} Ableitung $y^{(n)}$ man gewählt hat. Wir wollen der Kürze halber diese Bestimmungsstücke eines Integrals der Differentialgleichung nach der Analogie der in der Mechanik gebräuchlichen Bezeichnung die Anfangswerthe des Integrals nennen. Diejenigen Werthe von z, für welche sich das Integral y verzweigt, wollen wir als die Verzweigungspunkte desselben bezeichnen. Es ergiebt sich nun, dass im Allgemeinen diese Punkte in zwei Kategorien zerfallen, nämlich in solche, welche von den Anfangswerthen abhängen und sich mit der stetigen Änderung der letzteren stetig verschieben, und in solche, welche feste Lagen in der z-Ebene haben. Man kann es als eines der wesentlichsten Merkmale einer linearen Differentialgleichung bezeichnen, dass die Verzweigungspunkte ihrer Integrale sämmtlich zur zweiten Kategorie gehören, und eben diese Eigenschaft ist es, welche den Verlauf der Integrale bei den linearen Differentialgleichungen übersichtlicher macht als bei den nicht linearen. Ich habe mir daher die Aufgabe gestellt, diejenigen Differentialgleichungen überhaupt zu charakterisiren, deren Integrale nur Verzweigungspunkte der zweiten Kategorie besitzen. Im Folgenden erlaube ich mir, die Resultate meiner Untersuchung zunächst für den Fall der Differentialgleichungen erster Ordnung zu entwickeln. Aber man wird aus der Darstellung erkennen, dass im Wesentlichen dieselbe Methode für die Differentialgleichungen höherer Ordnung ihre Gültigkeit behält.

Eine weitere Eigenschaft der linearen Differentialgleichungen, welche sich aus dem Verhalten ihrer Integrale in der Umgebung eines singulären Punktes ergiebt, ist die, dass die Grössen, welche die Art der daselbst erfolgenden Verzweigung des Integrals bestimmen, ebenfalls von den Anfangswerthen desselben unabhängig sind, in dem Sinne, dass jene Grössen sich nicht stetig mit diesen Anfangswerthen ändern. Um daher diejenigen Classen von Differentialgleichungen zu finden, welche den linearen Differentialgleichungen am nächsten stehen, muss die Aufgabe behandelt werden: Es soll angegeben werden, welche unter den Differentialgleichungen mit nicht verschiebbaren Verzweigungspunkten der Integrale die Eigenschaft haben, dass auch die Grössen, welche die Art der in festen Punkten stattfindenden Verzweigungen der Integrale bestimmen, sich nicht mit den Anfangswerthen derselben stetig ändern. Die Resultate der auf diese Aufgabe gerichteten Untersuchung hoffe ich bei anderer Gelegenheit vorlegen zu können.

1.

Es seien drei Grössen x, y, z durch eine Gleichung

$$F(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

mit einander verbunden von der Beschaffenheit, dass F eine ganze rationale Function von y und z mit von x abhängigen Coefficienten darstellt. Ferner sei $D(x, y)$ die Discriminante der algebraischen Function z von y, so dass also

$$D(x, y) = 0 \tag{2}$$

die Resultante der Elimination von z zwischen Gleichung (1) und der Gleichung

$$\frac{\partial F}{\partial z} = 0 \tag{3}$$

ist. Bedeutet $y = \eta$ eine Wurzel der Gleichung (2), $z = \zeta$ eine den Gleichungen (1) und (3) gemeinschaftliche Wurzel, wenn in denselben y durch η ersetzt wird, und substituirt man in (1)

$$\begin{cases} y = \eta + u \\ z = \zeta + v \end{cases} \tag{4}$$

so verwandelt sich diese Gleichung in

$$F_1(x, u, v) = 0 \tag{5}$$

wo F_1 eine ganze rationale Function von u und v mit von x abhängenden Coefficienten darstellt.

Es sei B ein Gebiet der x-Ebene, innerhalb dessen η und ζ überall eindeutig und stetig verlaufen, und der Modul der Differenz zwischen η und einer von η im Allgemeinen verschiedenen Wurzel der Gleichung (2) nirgends unterhalb einer gewissen Grenze herabsinkt, so ist für alle Werthe von x dieses Gebietes und für alle Werthe von u innerhalb eines hinlänglich kleinen in der u-Ebene um $u = 0$ beschriebenen Kreises K, die Discriminante $D_1(x, u)$ von $F_1(x, u, v)$ mit Ausnahme des Mittelpunktes dieses Kreises von Null verschieden; für $u = 0$ aber ist $D_1(x, u)$ Null für jedes x des Gebietes B. Jede Wurzel v der Gleichung (5) lässt sich für alle Werthe x des Gebietes B und die Werthe u des Gebietes K in der Form

$$v = g_0 u^{\frac{k}{\alpha}} + g_1 u^{\frac{k+1}{\alpha}} + g_2 u^{\frac{k+2}{\alpha}} + \dots \tag{6}$$

darstellen, worin k eine positive oder negative ganze Zahl oder auch Null, α eine positive ganze Zahl bedeutet, und worin $g_0, g_1, g_2, \dots$ innerhalb B stetige und eindeutige Functionen von x sind, welche demnach innerhalb eines um einen Punkt a des Gebietes B beschriebenen ganz in dieses Gebiet fallenden Kreises nach positiven ganzen Potenzen von $x - a$ entwickelt werden können.

2.

Wenn die Verzweigungspunkte der Integrale einer Differentialgleichung sich mit den Änderungen der Anfangswerthe stetig verschieben, so wird man im Allgemeinen die letzteren so variiren können, dass jeder Punkt eines gewissen Gebietes der unabhängigen Variabeln Verzweigungspunkt wird.

Umgekehrt wenn die Verzweigungspunkte sich nicht mit den Änderungen der Anfangswerthe stetig verschieben sollen, so darf es nicht geschehen, dass man Integrale bestimmen könne, welche sich in einem beliebigen Punkte eines gewissen Gebietes der unabhängigen Variabeln verzweigen. Sind nämlich $a, a', a'', \dots$ einander hinlänglich nahe gelegene Punkte eines solchen Gebietes, $J, J', J'', \dots$ Integrale, welche sich bezüglich in $a, a', a'', \dots$ derart verzweigen, dass für $J^{(k)}$ die in der Umgebung von $a^{(k)}$ gelegenen Punkte nicht Verzweigungspunkte sind, und setzt man jedes der Integrale $J, J', J'', \dots$ bis zu ein und demselben Punkte P des Gebietes der unabhängigen Variabeln fort, wo die Integrale oder ihre Ableitungen nicht gleiche Werthe annehmen, — was immer möglich ist, da die Integrale nicht im ganzen Gebiete der unabhängigen Variabeln identisch sind — so sind

im Allgemeinen die Werthe der Integrale und ihrer Ableitungen in P beliebig wenig von einander verschieden: man könnte also dadurch, dass man in P als Ausgangspunkt die Anfangswerthe stetig ändert, die Verzweigungspunkte stetig verschieben (von a nach a' oder a'' etc.).

3.

Es sei

$$F(z, y, y') = 0 \tag{A}$$

eine Differentialgleichung erster Ordnung, wo F eine ganze rationale Function der unabhängigen Variabeln y und ihrer ersten Ableitung y' nach der unabhängigen Variabeln z ist, deren Coefficienten von z abhängen. Wir können voraussetzen, dass F in dem Sinne irreductibel sei, dass dasselbe nicht in gleichbeschaffene Functionen niedrigeren Grades in Bezug auf y' zerlegbar sei.

Ein Integral y der Gleichung (A) kann sich bekanntlich[1] für einen Punkt $z = z_0$, in dessen Umgebung die Coefficienten der Gleichung (A) eindeutig und stetig sind, nur dann verzweigen, wenn dem Integrale für $z = z_0$ ein Werth $y = y_0$ zukommt von der Beschaffenheit, dass die Wurzeln y' der Gleichung

$$F(z_0, y_0, y') = 0 \tag{1}$$

vielfach oder auch unendlich gross werden.

Es sei demgemäss $D(z, y)$ die Discriminante der algebraischen Function y' von y, das heisst die Resultante der Elimination von y' zwischen der Gleichung (A) und

$$\frac{\partial F}{\partial y'} = 0, \tag{B}$$

und es sei η eine Wurzel der Gleichung

$$D(z, y) = 0, \tag{C}$$

und $y' = \zeta$ eine gemeinschaftliche Wurzel der Gleichungen (A) und (B), wenn in denselben y durch η ersetzt wird.

Setzen wir in (A)

$$\begin{cases} y = \eta + u \\ y' = \zeta + v, \end{cases} \tag{2}$$

wodurch wir

$$F_1(z, u, v) = 0 \tag{3}$$

erhalten mögen, wo F_1 eine ganze rationale Function von u und v bedeutet mit von z abhängigen Coefficienten. Alsdann kann man

[1] Vergl. Briot et Bouquet, Journal de l'École Polytechnique cah. 36 p. 191.

nach No. I ein Gebiet B für z und ein Gebiet K für u abgrenzen der Art, dass innerhalb des Gebietes B η und ζ eindeutig und stetig verlaufen und dass jede Wurzel v der Gleichung (3) für diese Werthe von z und u in der Form

(4) $$v = g_0 u^{\frac{k}{\alpha}} + g_1 u^{\frac{k+1}{\alpha}} + g_2 u^{\frac{k+2}{\alpha}} + \ldots\ldots$$

dargestellt wird, wo k eine positive oder negative ganze Zahl oder Null, α eine positive ganze Zahl bedeutet, und $g_0, g_1, g_2 \ldots$ innerhalb eines um einen willkürlichen Punkt $z = z_0$ des Gebietes B beschriebenen ganz in dieses Gebiet hineinfallenden Kreises $\mathfrak{K}$ nach positiven ganzen Potenzen von $z - z_0$ entwickelbare Functionen von z sind.

Setzen wir

(5) $$u = t^\alpha,$$

so erhalten wir unter Berücksichtigung von (2) aus Gleichung (4)

(6) $$\alpha t^{\alpha-1}\frac{dt}{dz} = \zeta - \frac{d\eta}{dz} + g_0 t^k + g_1 t^{k+1} + \ldots\ldots$$

In Folge der Voraussetzung, dass F irreductibel sei, ist die Möglichkeit ausgeschlossen, dass $F_1(z, u, v)$ für beliebige z und u durch eine Potenz von v theilbar ist, es können deshalb in (4) nicht alle Grössen g für jedes z verschwinden, und wenn, wie wir voraussetzen, die k^{te} Potenz von $u^{\frac{1}{\alpha}}$ die niedrigste ist, so ist g_0 nicht identisch Null. Es sei demnach der willkürliche Punkt z_0 in B so gewählt, dass g_0 für $z = z_0$ von Null verschieden ist.

Es sei nun

1. $k < 0$,

so folgt aus Gleichung (6), dass $\frac{dz}{dt}$ darstellbar ist in der Form

(7) $$\frac{dz}{dt} = \varepsilon_0 t^{\alpha-1-k} + \varepsilon_1 t^{\alpha-k} + \varepsilon_2 t^{\alpha-k+1} + \ldots,$$

wo $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$ nach positiven ganzen Potenzen von $z - z_0$ fortschreitende Reihen bedeuten, die innerhalb eines gewissen z_0 umgebenden Kreises convergiren, und wovon überdiess ε_0 für $z = z_0$ nicht verschwindet. Da $\alpha - 1 - k > 0$, so ergiebt sich hieraus auf bekannte Weise

(8) $$z - z_0 = c_0 t^{\alpha-k} + c_1 t^{\alpha-k+1} + \ldots,$$

wo $c_0, c_1, \ldots$ Constanten bedeuten. Da $\alpha - k > 1$, so ergiebt Gleichung (8) durch Umkehrung, dass t folglich auch u und demnach das Integral y sich in $z = z_0$ verzweigt.

I. Soll also der willkürliche Punkt $z = z_0$ nicht Verzweigungspunkt sein, so darf k nicht einen negativen Werth haben, d. h. die Gleichung (3) darf für $u = 0$ nicht eine unendlich grosse Wurzel v besitzen.

Dagegen besitzt der Voraussetzung gemäss die Gleichung (3) für $u = 0$ mehrere Wurzeln $v = 0$, für diese ist

2. $k > 0$.

Wenn nun nicht identisch

$$(9) \qquad \zeta - \frac{d\eta}{dz} = 0,$$

so sei der willkürliche Punkt z_0 so beschaffen, dass $\zeta - \frac{d\eta}{dz}$ für $z = z_0$ von Null verschieden. Alsdann ergiebt sich aus (6), dass $\frac{dz}{dt}$ sich in der Form

$$(10) \qquad \frac{dz}{dt} = \varepsilon_0 t^{\alpha-1} + \varepsilon_1 t^{\alpha} + \varepsilon_2 t^{\alpha+1} + \ldots,$$

darstellen lässt, wo $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$ nach positiven ganzen Potenzen von $z - z_0$ fortschreitende, innerhalb eines gewissen z_0 umgebenden Kreises convergirende Reihen sind, wovon ε_0 für $z = z_0$ nicht verschwindet. Aus (10) ergiebt sich wieder auf bekannte Weise

$$(11) \qquad z - z_0 = c_0 t^{\alpha} + c_1 t^{\alpha+1} + \ldots,$$

wo $c_0, c_1, \ldots$ Constanten sind.

Ist nun $\alpha \geqq 2$, so ergäbe sich hieraus, dass t, folglich auch u und y sich in $z = z_0$ verzweigen würden. Wenn dieses also nicht statthaft sein soll, so muss zunächst Gleichung (9) identisch erfüllt sein.

II. Ist also η eine Wurzel der Gleichung (C) und so beschaffen, dass sich die algebraische Function y' von y für willkürliche z in $y = \eta$, $y' = \zeta$ verzweigt, so muss ζ mit der Ableitung von η übereinstimmen, d. h. η muss ein Integral der Gleichung (A) sein.

Ist die Gleichung (9) identisch erfüllt, so ergiebt sich für den Fall $\alpha - 1 - k > 0$ eine wie Gleichung (7) beschaffene Gleichung, und daraus die Folgerung, dass y sich in $z = z_0$ verzweigen würde. Es muss also auch

$$(\mathrm{D}) \qquad k \geqq \alpha - 1$$

sein, in welchem Falle t entweder identisch Null oder in der Umgebung von z_0 eindeutig wird, d. h.

III. Wenn für die algebraische Function y' von y, für willkürliche z, $y = \eta$, $y' = \zeta$ eine $\alpha - 1$fache Verzweigungsstelle ist, so muss die Gleichung

$$\text{(E)} \qquad F(z, y, \zeta) = 0$$

mit der Unbekannten y die Grösse η mindestens als $\alpha - 1$fache Wurzel besitzen.

Wenn die Gleichung (3) ausser $v = 0$ für $u = 0$ noch nicht verschwindende Wurzeln v besitzt, so ist für diese der Fall

3. $k = 0$ zu betrachten.

Da Gleichung (9) identisch erfüllt ist, so ergiebt sich aus (6) eine Gleichung, welche (7) analog ist, wenn in dieser $k = 0$ gesetzt wird, und es würde sich aus dieser ein in z_0 sich verzweigendes Integral y ergeben, wenn $\alpha \geqq 2$ wäre, d. h.

IV. Ist $y' = \zeta_1$ eine von $y' = \zeta$ verschiedene Wurzel der Gleichung.

$$(12) \qquad F(z, \eta, y') = 0,$$

so verzweigt sich die algebraische Function y' von y nicht in $y = \eta$, $y' = \zeta_1$.

4.

Die Gleichung (A) sei nach Potenzen von y' entwickelt,

$$(1) \qquad F(z, y, y') = a_0 y'^m + a_1 y'^{m-1} + \ldots + a_m = 0$$

wo $a_0, a_1, \ldots a_m$ ganze rationale Functionen von y mit von z abhängigen Coefficienten sind. Man kann voraussetzen, dass $a_0, a_1, \ldots a_m$ keinen gemeinschaftlichen Theiler haben. Es sei nunmehr η ein Werth von y, für welchen a_0 verschwindet, ohne dass zugleich Gleichung (C) durch $y = \eta$ befriedigt wird. Setzen wir

$$(2) \qquad y = \eta + u,$$

so verwandelt sich (1) in

$$(3) \qquad a_0' y'^m + a_1' y'^{m-1} + \ldots + a_m' = 0,$$

worin $a_0', a_1', \ldots a_m'$ ganze rationale Functionen von u mit von z abhängigen Coefficienten sind. Man kann alsdann ein Gebiet B für die Variable z derart abgrenzen, dass für alle Werthe z dieses Gebietes η eindeutig und stetig, und dass eine Wurzel y' der Gleichung (3) für $u = 0$ unendlich wird und diese Wurzel derselben innerhalb eines gewissen $u = 0$ umgebenden Kreises in der Form

(4) $$y' = g_0 u^{-k} + g_1 u^{-k+1} + g_2 \cdot u^{-k+2} + \dots$$

dargestellt wird, wo k eine positive ganze Zahl und wo $g_0, g_1, g_2, \dots$ nach positiven ganzen Potenzen von $z - z_0$ fortschreitende Reihen sind, convergent innerhalb eines ganz in B liegenden Kreises mit dem willkürlichen Punkte z_0 als Mittelpunkt. Da g_0 als Coefficient der niedrigsten Potenz von u nicht identisch Null ist, so können wir z_0 so wählen, dass g_0 von Null verschieden ist für $z = z_0$, und da

$$\frac{dy}{dz} = \frac{d\eta}{dz} + \frac{du}{dz},$$

so folgt aus (4) eine Gleichung der Form

(5) $$\frac{du}{dz} = \gamma_0 u^{-k} + \gamma_1 u^{-k+1} + \dots,$$

wo $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \dots$ nach ganzen positiven Potenzen von $z - z_0$ fortschreitende Reihen sind, von welchen γ_0 für $z = z_0$ nicht verschwindet. Hieraus ergiebt sich auf bekannte Weise für u eine nach positiven ganzen Potenzen von $(z - z_0)^{\frac{1}{k+1}}$ fortschreitende Reihe. Es wäre demnach z_0 für u, folglich auch für y ein Verzweigungspunkt. Hieraus und aus Satz I voriger Nummer ergiebt sich demnach:

I. Der Coefficient a_0 in Gleichung (1) ist von y unabhängig, oder was dasselbe ist, die durch die Gleichung (A) definirte algebraische Function y' von y wird, für willkürliche Werthe von z, für keinen endlichen Werth von y unendlich.

Ist

(6) $$w = \Phi(z, y)$$

eine rationale Function von y mit von z abhängigen Coefficienten, und y Integral der Gleichung (A), so genügt w einer Differentialgleichung erster Ordnung, deren Integrale ebenfalls mit den Anfangswerthen nicht verschiebbare Verzweigungspunkte besitzen, wenn die Integrale von (A) diese Eigenschaft haben.

Es sei insbesondere

(7) $$w = \frac{1}{y},$$

also

(8) $$\frac{dy}{dz} = -\frac{1}{w^2} \frac{dw}{dz}.$$

Substituirt man (7) und (8) in (1), so folgt

(9) $$a_0 \left(\frac{dw}{dz}\right)^m - a_1 w^2 \left(\frac{dw}{dz}\right)^{m-1} + a_2 w^4 \left(\frac{dw}{dz}\right)^{m-2} - \dots \pm a_m w^{2m} = 0.$$

Da nach Satz I $\frac{dw}{dz}$, für willkürliche Werthe von z, für keinen endlichen Werth von w unendlich sein darf, so ergiebt sich hieraus:

II. Der Coefficient a_k in Gleichung (1) ist in Bezug auf y höchstens vom Grade $2k$.

5.

Fassen wir die Resultate der beiden vorigen Nummern zusammen, so erhalten wir folgenden Satz:

Die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, dass die Integrale der Gleichung (A) feste, sich nicht mit den Änderungen der Anfangswerthe stetig verschiebende Verzweigungspunkte besitzen, sind die folgenden:

1. Die Gleichung (A) hat die Form:

$$y'^m + \psi_1 y'^{m-1} + \psi_2 y'^{m-2} + \ldots + \psi_m = 0, \tag{F}$$

worin $\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_m$ ganze rationale Functionen von y mit von z abhängigen Coefficienten von der Beschaffenheit bedeuten, dass ψ_k höchstens vom Grade $2k$ in Bezug auf y ist.

2. Ist $y = \eta$ eine Wurzel der Discriminantengleichung (C), für welche die durch (F) definirte algebraische Function y' von y sich verzweigt, so ist η ein Integral der Gleichung (F). In der y' als algebraische Function von y darstellenden Riemann'schen Fläche hat y' in sämmtlichen über $y = \eta$ liegenden Verzweigungsstellen den Werth $y' = \zeta = \frac{d\eta}{dz}$.

3. Je α Blättern, welche sich in $y = \eta$, $y' = \zeta = \frac{d\eta}{dz}$ verzweigen, entsprechen mindestens $\alpha - 1$ mit $y = \eta$ zusammenfallende Wurzeln der Gleichung

$$F(z, y, \zeta) = 0 \tag{E}$$

mit der Unbekannten y.

6.

Indem ich mir vorbehalte, in eine Auseinanderlegung der verschiedenen Typen, welche die Differentialgleichung (A) darbietet, wenn sie den Bedingungen der vorigen Nummer genügt, in dem allgemeinen Falle, bei späterer Gelegenheit einzugehen, will ich mich

gegenwärtig damit begnügen, noch einen interessanten speciellen Fall hervorzuheben, den Fall nämlich, dass die algebraische Function y' von y, welche durch die Gleichung (F) definirt worden, nach der Bezeichnung von RIEMANN zur Classe $p = 0$ oder $p = 1$ gehört.

Es sei

I. $p = 0$,

alsdann ist bekanntlich

$$y = \frac{\phi_1(t)}{\phi_0(t)}, \tag{1}$$

$$y' = \frac{\phi_2(t)}{\phi_0(t)}, \tag{2}$$

wo ϕ_0, ϕ_1, ϕ_2 ganze rationale Functionen von t, in unserem Falle mit von z abhängigen Coefficienten. Bezeichnen wir zur Abkürzung $\frac{\partial \phi_i}{\partial z}$ mit $\overline{\phi}_i$ und $\frac{\partial \phi_i}{\partial t}$ mit ϕ_i', so folgt durch Differentiation von (1) und durch Vergleichung mit (2)

$$\frac{dt}{dz} = \frac{\phi_0\phi_2 - \overline{\phi}_1\phi_0 + \phi_1\overline{\phi}_0}{\phi_1'\phi_0 - \phi_1\phi_0'}. \tag{3}$$

Wenn die Verzweigungspunkte der Integrale von (F) nicht mit den Anfangswerthen sich stetig ändern, so hat das Integral t der Gleichung (3) die gleiche Eigenschaft. Nach voriger Nummer, Bedingung 1, muss daher

$$\frac{dt}{dz} = \frac{\phi_0\phi_2 - \overline{\phi}_1\phi_0 + \phi_1\overline{\phi}_0}{\phi_1'\phi_0 - \phi_1\phi_0'} = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 \tag{4}$$

sein, wo A_0, A_1, A_2 von z allein abhängen.

Sind die Functionen ϕ_0, ϕ_1, ϕ_2 vom m^{ten} Grade in Bezug auf t, so ist $\phi_1'\phi_0 - \phi_1\phi_0'$ vom $2m-2^{\text{ten}}$ Grade, und die Gleichung (4) liefert daher $2m-2$ Bedingungsgleichungen zwischen den $3m+2$ Coefficienten von ϕ_0, ϕ_1, ϕ_2 und den Ableitungen der ersten Ordnung der Coefficienten von ϕ_0 und ϕ_1 nach z.

Es sei

II. $p = 1$.

Alsdann ist, wie bekannt,[1]

$$y = \frac{\phi_1 + \psi_1\sqrt{R(t)}}{\phi_0 + \psi_0\sqrt{R(t)}} \tag{5}$$

$$y' = \frac{\phi_2 + \psi_2\sqrt{R(t)}}{\phi_0 + \psi_0\sqrt{R(t)}}. \tag{6}$$

---

[1] Vergl. CLEBSCH, BORCHARDT's Journal B. 64 S. 222.

wo ϕ_0, ϕ_1, ϕ_2 ganze rationale Functionen von t vom Grade $k \leqq \frac{1}{2} m$, ψ_0, ψ_1, ψ_2 ganze rationale Functionen von t vom Grade $h \leqq \frac{1}{2} m$, derart, dass $h + k = m - 2$, und R eine ganze rationale Function von t vom 4ten Grade, in unserem Falle diese sämmtlichen Functionen mit von z abhängigen Coefficienten behaftet.

Differenzirt man Gleichung (5) und vergleicht das Resultat mit (6), so erhält man für $\frac{dt}{dz}$ eine Differentialgleichung (ε), welche die Eigenschaft haben muss, dass die Verzweigungspunkte ihrer Integrale t sich nicht mit den Anfangswerthen verschieben, wenn Gleichung (F) diese Eigenschaft besitzt. Die Differentialgleichung (ε) wird aber in Bezug auf $\frac{dt}{dz}$ vom 2ten Grade. Nach Nr. 5 Bedingung 1. muss daher $\frac{dt}{dz}$ die Form haben

$$\frac{dt}{dz} = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + \lambda \sqrt{R(t)}. \tag{7}$$

wo A_0, A_1, A_2, λ von z allein abhängen. Vergleicht man hiermit die Gleichung (ε), so erhält man $2m + 3$ Bedingungsgleichungen zwischen den im Allgemeinen in der Zahl $3m + 4$ vorhandenen Coefficienten der $\phi_0, \phi_1, \phi_2, \psi_0, \psi_1, \psi_2, R$ und den ersten Ableitungen nach z derer von $\phi_0, \psi_0, \phi_1, \psi_1, R$.

Nach der Bedingung 2 in Nr. 5 muss ferner sein:

$$\frac{\partial R}{\partial z} + \frac{\partial R}{\partial t}(A_0 + A_1 t + A_2 t^2) = (B_0 + B_1 t)\, R(t), \tag{8}$$

wo B_0, B_1, von z allein abhängen. Hieraus folgen noch vier Gleichungen zwischen den genannten Coefficienten und Ableitungen. Die Gesammtzahl der Bedingungen ist also im Allgemeinen $2m + 7$.

7.

Ein Beispiel zu der in voriger Nummer bezeichneten speciellen Classe von Differentialgleichungen bietet der Fall, wo der Factor der Discriminante $D(z, y)$ der Gleichung (F), welcher gleich Null gesetzt, die Verzweigungswerthe $y = \eta$ von y' liefert, von z unabhängig ist.

Denn es sei

$$D(z, y) = f(y) \cdot D'(z, y), \tag{1}$$

wo $f(y)$ eine ganze rationale Function von y mit von z unabhängigen Coefficienten bedeutet, und der Art, dass

$$f(y) = 0 \tag{2}$$

allein die Verzweigungsstellen $y = \eta$ der algebraischen Function y' von y liefert, während

$$D'(y, z) = 0 \tag{3}$$

nur zu sich aufhebenden Verzweigungspunkten führt.

Da wenn $y = \eta$ eine Wurzel der Gleichung (2) ist, für welchen sich y' verzweigt $\zeta = \frac{d\eta}{dz} = 0$ ist, so verzweigt sich nach der Bedingung 2 in Nr. 5 y' nur für Wurzeln y der Gleichung

$$\psi_m = 0 \quad \text{(s. Gleichung (F))} \tag{4}$$

und zwar, wenn für $y' = 0, y = \eta$ k Verzweigungen von je $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_k$, Blättern stattfinden, so ist der Factor $y - \eta$ nach der Bedingung 3 in Nr. 5 mindestens

$$\alpha_1 - 1 + \alpha_2 - 1 + \ldots + \alpha_k - 1$$

mal in ψ_m enthalten.

Hieraus ergiebt sich, wenn mit w die Gesammtanzahl der einfachen Verzweigungen der die Function y' von y darstellenden Riemann'schen Fläche bezeichnet wird, dass w eine Zahl ist, welche den Grad von ψ_m nicht übersteigt, d. h. nach Bedingung 1 in Nr. 5

$$w \leqq 2m. \tag{5}$$

Nach der Gleichung

$$w - 2m = 2(p - 1)^{1} \tag{6}$$

folgt daher $p = 0$ oder $p = 1$.

Der **einfachste** Fall in diesem Beispiel ereignet sich, wenn die Coefficienten $\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_m$ in Gleichung (F) selber von z unabhängig sind, in welchem Falle Gleichung (F) mit derjenigen Gleichung zusammenfällt, welche Briot und Bouquet[2] aufgestellt haben, und von welcher sie nachgewiesen haben, dass ihre Integrale eindeutige, und zwar entweder rationale oder einfach oder doppeltperiodische Functionen der Variabeln z sind; Resultate, die sich übrigens auch aus unseren obigen Deductionen unmittelbar ergeben.

[1] Vergl. Riemann, Abel'sche Functionen, Borchardt's Journal B. 54. Nr. 7.
[2] Journal de l'École Polytechnique cah. 36 p. 212 Théorème 22.

Ausgegeben am 3. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1884.
XXXIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

3. Juli. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibniz'schen Gedächtnisstages.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Rede:

Es ist eine merkwürdige Betrachtung, welche wohl verdiente weiter ausgesponnen zu werden, einen wie grossen Einfluss auf alle unsere Anschauungen der Umstand geübt hat, dass wir zehn Finger haben, indem er bei dem grössten Theil der Culturmenschheit dem dekadischen Zahlensysteme zum Siege verhalf, und den Potenzen von Zehn in unserer Vorstellung eine ganz unberechtigte Bedeutung gab. Durch keine Überlegung vermögen wir das Bild der in Jahrhunderte getheilten Weltgeschichte loszuwerden. Einem Verse des Psalmisten entsprang der mittelalterliche Wahn des Millenniums. Hätten wir sechs Finger an jeder Hand, die Chiliasten hätten erst zu Neujahr 1729 das jüngste Gericht erwartet. So wie wir erzogen sind, sprechen wir von der Kunst des Cinquecento, vom Geist des siebzehnten, des achtzehnten Jahrhunderts wie von Wirklichkeiten; und zufällig trifft, uns in unserer Täuschung zu bestärken, die Jahrhundertwende öfter zusammen mit einem entscheidenden Ereigniss, wie mit der Entdeckung Amerika's, der französischen Revolution. Wir lachen über den Bauern, der den Wetterprophezeiungen des hundertjährigen Kalenders mehr traut als denen der Hamburger Seewarte: aber wir finden es in der Ordnung, dass man die n × hundertste Wiederkehr der Geburt oder

des Todes grosser Menschen feiert, und gern vergegenwärtigen wir uns, wie die Welt vor hundert Jahren aussah.

Vor hundert Jahren, nach dem Frieden von Versailles, der die Unabhängigkeit der Vereinigten Staaten besiegelte, schienen die Pforten des Janustempels für lange geschlossen. Noch thronte in vereinsamter Grösse der Weltweise von Sans-souci; er hatte Voltaire seit fünf Jahren, das Jahr zuvor d'Alembert verloren. Goethe sass, mit seinen Fesseln spielend, zu den Füssen der Frau von Stein, der jugendliche Schiller verklärte eine dunkle Spanische Hofgeschichte mit weltreformatorischen Gedanken. In England machte Cavendish Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff. Von Niemand in seinem vollen Umfang geahnt, nahte sich in Paris das ungeheure Verhängniss, welches bis heute die Geschicke Europa's unmittelbar beherrscht. Einstweilen fehlte es dort zwar an Brot, nicht aber an Schauspielen. Im April war, nach langen Kämpfen, Figaro's Hochzeit über die Bühne gegangen. Montgolfier und Charles wetteiferten in dem neuen Wagniss, sich in die Wolken zu erheben. Die vornehme Welt umstand Mesmer's magnetisches Becken und flüsterte sich die Halsbandgeschichte zu. In einer prachtvollen Wohnung aber in der Rue Richelieu, welche die Kaiserin Katharina erst eben für ihn hatte herrichten lassen, starb am letzten Tage dieses Monats vor hundert Jahren eines der berühmtesten Mitglieder unter allen, welche diese Akademie je gehabt, unter den geistreichen Männern des geistreichsten Jahrhunderts vielleicht der geistreichste, Denis Diderot.

Frankreich schickt sich an, sein Andenken durch ein Standbild zu ehren, und an Kundgebungen aller Art zu seiner Verherrlichung wird kein Mangel sein. Eine glückliche Fügung versetzt uns in die Lage, unserer Theilnahme an dieser Feier im Voraus Worte geben zu können, und vermuthlich die Ersten zu sein, welche sie bei festlicher Gelegenheit öffentlich zur Sprache bringen. Ich darf gewiss im Namen der Akademie sagen, dass wir dies mit besonderer Freude thun. Das Nationalgefühl, — an sich nicht berechtigter als der Adelstolz, den die vom Nationalgefühl am Heftigsten Entbrannten meist verabscheuen — das Nationalgefühl hat in Frankreich vielfach die Gestalt des Nationalhasses gegen uns angenommen, und auch in litterarischen Kreisen fehlt es dort nicht an Solchen, welche die gefährliche Flamme schüren. Um so werther ist uns die Erinnerung an die Zeiten, wo diese neue Barbarei noch nicht die Gemüther verwirrt hatte; wo durch Voltaire, Maupertuis, La Mettrie, d'Alembert, Diderot unsere Akademie Frankreich eng verbunden war; wo diese Männer, der Ruhm ihrer Nation, sogar trotz zeitweiligem Kriegszustande sich als Glieder unserer Körperschaft fühlten, und wo die

Wissenschaft, die Culturbestrebungen noch ein scheinbar unzerreissbares Band um alle Völker schlangen. Wir sind stolz, dass Diderot längst unser war, ehe Voltaire vergeblich sich anstrengte, ihn in die Académie française zu bringen, welche ihm stets verschlossen blieb, so dass er recht eigentlich ein Berliner Akademiker heissen kann. Doch nahm er nie an diesem Tische Platz, da er auf seiner Petersburger Reise, obschon von Friedrich nach Potsdam beschieden, aus nicht ganz durchsichtigen Gründen die Einladung ablehnte.

Eine Studie über Diderot, wenn ich eine solche beabsichtigte, würde der Akademie nicht zum ersten Male geboten. Schon 1843 hat Friedrich von Raumer sich hier eingehend mit ihm beschäftigt. Etwas Neues über ihn zu sagen, blieb länger möglich, als bei anderen Persönlichkeiten, weil mehrere seiner besten Erzeugnisse, beispielsweise 'Rameau's Neffe', erst spät nach seinem Tode an's Licht traten. Doch möchte es jetzt sehr schwer sein, neue Gesichtspunkte aufzufinden, aus denen er zu betrachten wäre, geschweige neue ihn betreffende Thatsachen. Abgesehen von zahllosen Aufsätzen über Diderot, von welchen ich nur die von Goethe, Carlyle und Sainte-Beuve nenne, besitzen wir in dem zweibändigen Werke von Rosenkranz (1866) eine so allseitige, gründliche, unparteische, und bei solcher Gediegenheit so geistvolle Würdigung des Schriftstellers und Menschen Diderot, dass man wohl daraus schöpfen, kaum darüber hinausgehen kann. Die seitdem von Jules Assézat, der während der Arbeit starb, begonnene, von Hrn. Maurice Tourneux beendete grosse Gesammtausgabe der Werke Diderot's (1875—77) hat denn auch trotz liebevollstem Fleisse Wesentliches nicht zu seinem Bilde gefügt, und ebenso wenig lässt sich dies von Mr. John Morley's kurz darauf (1878) veröffentlichter Biographie Diderot's sagen, welche übrigens mit desselben Verfassers Leben Rousseau's zu einer sehr lesenswerthen Monographie über jene Periode sich ergänzt. So unermesslich aber ist der bunte Reichthum von Diderot's Arbeiten, dass die knappste Übersicht, mit etwas Ährenlesen hier und da, uns weit über die mir heute zugemessene Zeit führen würde, und dass ihnen gegenüber der auf wenige Worte Angewiesene die Empfindung hat, als sollte er eine brausende See in eine Schale füllen.

Verglichen mit Diderot's Allseitigkeit erscheinen Voltaire, Goethe, sogar der für den Typus eines Polyhistors geltende Leibniz, zu dessen Ehre wir versammelt sind, als beschränkte Fachleute. Wer hat wie er zu einer Zeit, wo ihre einzelnen Zweige schon hoch entwickelt waren, das ganze Gebiet der Wissenschaft, Kunst und Technik mit gleicher Liebe und Frische umfasst, gleich zu Hause in mathematischer Physik wie in ästhetischer Schöpfung von Romanen und Bühnen-

stücken, in Erkenntnisstheorie wie in Metallurgie, in Ethik wie in Sprachwissenschaft, in Metaphysik wie in bildender Kunst, in Geschichte der Philosophie wie in Dramaturgie, in Volkswissenschaft wie im Contrapunkt? Nur etwa beschreibende Naturwissenschaft (mit Ausnahme der Geschichte des Ameisenlöwen, die er auf seine Kosten kennen lernte) war ihm minder vertraut. Und nicht bloss empfangend, nicht bloss sicher und klar berichtend treffen wir ihn überall, sondern gedankensprühend und unerschöpflich an feinen und witzigen Einfällen.

Das Staunen über Diderot's Begabung wächst, wenn man erfährt, wie er arbeitete. Wenn auch kein stürmisch bewegtes, führte er doch das denkbar unruhigste Leben, immer auf dem Sprunge zwischen dem fünf Stock hohen Stübchen in der Rue Taranne, wo gekrönte Häupter ihn aufsuchten, und welches Meissonnier's Pinsel uns vorzuführen versucht hat, und dem Grandval, der Chevrette oder anderen Orten; stets Jedem zu jedem Dienste bereit, und aufopfernd bis zur Unklugheit; dazu natürlich, neben seiner ständigen glühenden Leidenschaft für Sophie Volland, jeder Dame Ritter. Wie später von Goethe hiess es auch von ihm, seine Handlungen seien noch besser als seine Reden, seine Reden als seine Briefe, seine Briefe als seine Bücher. Wie Goethe von sich sagte, seine Sachen seien sämmtlich Gelegenheitsschriften und -Gedichte, so scheint auch Diderot weniger aus sich heraus, als auf äusseren Anstoss productiv geworden zu sein. Mit unglaublicher Freigebigkeit, unbekümmert um das Schicksal seiner Geisteskinder, vollends um den Ruhm der Vaterschaft, warf er dann um sich mit köstlichen Gaben, wie ein geschüttelter Baum mit reifer Frucht. Seine Productivität in der Unterhaltung war unbegrenzt, seine Beredsamkeit im vertrauten Kreise hinreissend. Die nie für den Druck bestimmten Briefe an Mlle Volland, eins der anziehendsten litterarischen Denkmäler jener daran so reichen Zeit, zeugen von diesem stets bereiten Improvisationstalent; ihr unversiegbarer Redefluss gleicht einem Gebirgswasser, das sich bald in klaren Becken beruhigt staut, bald in tollen Sprüngen schaumspritzend überstürzt. Seine unvergleichlichen Erzählungen, wie die von Félix und Olivier, von Madame de la Pommeraye hat er wohl nicht so, wie oft jene Briefe, auf einer Tischecke im Kreuzfeuer des Gespräches zwischen Galiani, Grimm und Madame d'Épinay hingeworfen; aber an seinem in der Jugend geschriebenen, in Hinsicht des Geschmacks und der guten Sitte allerdings höchst fragwürdigen Roman, an seinen *Salons* hat er gewiss kein Wort geändert, und von den ganzen Bänden der lichtvollen Darlegungen, die er, wenn Noth an Mann war, über jeden erdenklichen Gegenstand für sein Lebenswerk, die Encyklopaedie, aus dem Ärmel schüttelte,

steht es fest, dass sie mit kaum trockener Tinte seinem Plagegeist, dem Laufburschen der Le Breton'schen Druckerei, eingehändigt wurden.

Die gewöhnliche Vorstellung, als sei die Idee einer Encyklopaedie von den Encyklopaedisten ausgegangen, ist nicht richtig. Von früheren Versuchen zu schweigen, hatte auch hierin England die Bahn gebrochen, und Diderot's und d'Alembert's *Dictionnaire encyclopédique* sollte ursprünglich nur die Übersetzung von Chamber's *Cyklopaedia* sein, deren Andenken für die Meisten, besonders auf dem Festlande, im weltgeschichtlichen Glanze der jüngeren französischen Schwester unterging. Aber nicht bloss waren es Diderot's universeller Geist, seine flammende Begeisterung, selbstlose Hingabe, bienenfleissige Arbeitskraft, stürmische Geschäftigkeit, vermittelnde Liebenswürdigkeit, welche allein die Vollendung des riesigen Unternehmens ermöglichten, sondern unstreitig ist er es auch gewesen, unter dessen Händen, ihm halb unbewusst, das Werk zur gewaltigen Kriegsmaschine erwuchs, welche in die geistige Bastille des höfischen, pfäffischen Frankreichs die Bresche schiessen half, und deshalb von den bösen Mächten mit so wüthendem Hass bekämpft wurde. Nicht genug zu preisen sind der Mannesmuth, die unerschrockene Standhaftigkeit, welche Diderot diesen Anfeindungen entgegensetzte, vor denen d'Alembert's weichere Natur eingeschüchtert zurückwich, Rousseau in Friedrich's Staaten floh; da doch Diderot selber schon einmal, wie es leider scheint nicht ohne Réaumur's Schuld, in den Thurm von Vincennes gewandert war, und abgesehen von der Erneuerung solcher Unannehmlichkeit, die schwersten Vermögensverluste ihm und seinen Verlegern drohten, deren Einem, dem feigen Verräther Le Breton, sie wohl zu gönnen gewesen wären. Wer denkt noch an diese Dinge von den Tausenden, die heutzutage gemüthlich ihren Brockhaus oder Meyer, trotz verändertem Titel Enkelkinder der Encyklopaedie, vom Bücherbret langen? Wer denkt noch an die Schlachten und an die, so sie schlugen, wenn er längst in Ruhe die Früchte des Sieges geniesst?

Qui trop embrasse mal étreint, lautet das französische Sprichwort. Gleich anderen Polyhistoren muss Diderot sich das Urtheil gefallen lassen, dass er auf allen Punkten zweiten, auf keinem ersten Ranges gewesen sei. Obschon er mit demselben Unternehmen sich trug, wie die Marquise du Châtelet und wie Jacquier und Le Seur, Newton's Principia analytisch zu commentiren, kann doch von ihm als Mathematiker neben d'Alembert keine Rede sein. Obschon er als Dramaturg Voltaire übersah, und seine bürgerlichen Komoedien im englischen Stil auf der Bühne sich nicht geringen Beifalls erfreuten, verschwanden sie doch in den Strahlen von Beaumarchais' aufgehendem Ruhm. Diderot's Artikel für die Encyklopädie, auch die nicht aus dem

Stegreif gearbeiteten, halten keinen Vergleich aus mit denen in Voltaire's *Dictionnaire philosophique*, welche sicher mit laufender Feder geschrieben, selbst da wo ihr wissenschaftlicher Standpunkt veraltet, ihre Polemik gegenstandlos ward, noch heute das Entzücken einiger Leute von Geschmack sind. Die Flachheit von Diderot's musikalischen Theorien deckte ich schon vor langer Zeit einmal hier bei entsprechender Gelegenheit auf, und führte sie auf den Rationalismus zurück, dem er, wie seine ganze Zeit, verfallen war. Diderot's Philosophiren kränkelte an demselben seichten Reflectiren. Wer hier und da in seinen Werken liest, wird den Eindruck sehr geringer Folgerichtigkeit erhalten, da man darin allen Schattirungen von Voltaire's natürlicher Theologie bis zum Holbach'schen Materialismus begegnet. Doch scheint es, dass bei chronologischem Aneinanderreihen von Diderot's Aussprüchen eine Entwickelung seiner Meinungen vom Deismus zum Monismus sich zu erkennen giebt. War er aber zuletzt beim Monismus angelangt, und wird ihm mit Recht ein bedeutender Antheil am *Système de la Nature* zugeschrieben, so ist wieder nicht zu verstehen, dass er in seiner letzten Schrift, einer Apologie Seneca's, mit grösster Schärfe auf den längst gestorbenen La Mettrie losfährt, dessen *Histoire naturelle de l'Âme* und *Homme machine* doch nur jenem Buche zuvorkamen. Auch hierüber sprach ich mich schon früher, in meiner Studie über La Mettrie, an dieser Stelle aus; ich suchte damals zu zeigen, wie Diderot's Abscheu gegen La Mettrie in seiner eigenen schwächlichen Auffassung der Ethik wurzele.

In der That, ein bei Diderot Alles beherrschendes Moment ist der absolute Tugendbegriff. Auch bei seinen Zeitgenossen und Nachfolgern, beispielsweise Rousseau und Bernardin de Saint-Pierre, hört das Tugendgeschwätz nicht auf. Der Gegensatz zwischen dieser hohlen Declamation von Tugend, tugendhaften Männern und Frauen, tugendhaften Handlungen, und der sittlichen Fäulniss der damaligen Gesellschaft ist schon öfter hervorgehoben worden, als dass es nöthig wäre, dabei zu verweilen. La Mettrie's kühnes und folgerichtiges Denken hatte ihm über diese Täuschungen fortgeholfen. Ohne die praktische Anwendung des Sittengesetzes zu berühren, hatte er versucht, dies Gesetz aus den gleichen Trieben, Bedürfnissen und Rechten der Einzelnen herzuleiten, wobei freilich Verbrechen und Lasterhaftigkeit zum Theil auch in neuem Licht erscheinen. Diderot nennt ihn *l'apologiste du vice et le détracteur de la vertu*, ohne selber eine Ableitung des Tugendbegriffs zu versuchen, welche besser zur monistischen Weltanschauung stimmte, die Naigeon, der Fanatiker des Atheismus, wie Rosenkranz ihn nennt, als letzte Phase von Diderot's Denken beschreibt.

Mit dem ewigen Reden über die Tugend verband sich bei den Männern und Frauen jener Zeit bekanntlich eine weinerliche Rührseligkeit, eine beim geringsten Anlass in Thränen zerfliessende Empfindsamkeit. Es war dieselbe geistige Epidemie, welche etwas später auch in Deutschland um sich griff, und in der Werther-Manie gipfelte. Auch in dieser Weise fällt Diderot dem Leser beschwerlich. Bei jeder sogenannten 'schönen Handlung', jeder kleinen Versöhnungsscene mit seinen Freunden, und sie waren häufig, wird ein Strom von Thränen vergossen. Falsche Zärtlichkeit und falsches Pathos entstellen manche seiner bestgeschriebenen Seiten, um so widerwärtiger in ihrer Vermengung mit den rohsten Anstössigkeiten, wie jene Culturperiode sie vertrug; und bei seinem grossen Einfluss kann er nicht davon freigesprochen werden, stark zum Verfall des litterarischen Geschmacks beigetragen zu haben. Bei der Rolle, welche in Frankreich die Form der Rede spielt, hängt dieser Verfall inniger, als man glaubt, mit den politischen Verirrungen zusammen. Diderot und Rousseau gaben beide das verderbliche Beispiel einer der keltischen Rasse eigenen Schwäche, durch den Wohlklang volltönender Worte sich zu falschen Schlussfolgen hinreissen zu lassen.

In dieser Hinsicht thut man Voltaire Unrecht, wenn man ihn, wie gewöhnlich geschieht, mit Rousseau in Einem Athem als Vater der Revolution nennt. Voltaire declamirt nie; die classische französische Prosa, zu welcher die seine noch gehört, hielt sich, ausgenommen etwa auf der Kanzel, davon fern. Überhaupt pflegt man, durch das unwirkliche Fachwerk der secularen Eintheilung der Zeiten verführt, Voltaire's Verhältniss zu den Encyklopaedisten sich nicht richtig vorzustellen. Man sieht in ihm den geistigen Repraesentanten des achtzehnten Jahrhunderts. Aber wie, wenn dies Jahrhundert in Bezug auf die französische Litteratur in zwei deutlich getrennte Hälften zerfiele, deren jede ihre besonderen Repraesentanten hätte?

Voltaire, gegen das Ende des siebzehnten Jahrhunderts geboren, steht auch geistig noch auf dessen Boden, sofern er die Bande zu sprengen hatte, in welchen es gefangen lag. Er hat sich aus dessen einseitig theologischer Denkart gewaltsam befreit, den Cartesianismus überwunden, die Geschichte vom Aberglauben gereinigt, die Culturgeschichte geschaffen, England für Frankreich geistig entdeckt, der naturwissenschaftlichen Anschauung zum Siege verholfen. In dieser ungeheuren Arbeit, neben seinen poëtischen Schöpfungen, ist er aufgegangen. Wie jedem Reformator und Eroberer hat sich ihm etwas von dem bekämpften Irrthum, dem besiegten Volksthum angehängt. In der Philosophie kam er nicht hinaus über die naïvste Teleologie, in der Aesthetik nicht über die engen Schranken, welche das sogenannte 'Grosse Jahrhundert' sich gezogen hatte.

Die Encyklopaedisten fanden das Werk gethan, daher sie mit dem ruchlosen Spott über die dem Christen heiligen Dinge, in welchem Voltaire schwelgt, sich so wenig befassen, wie mit der Verhöhnung der Cartesischen Wirbel. Über den geistigen Trümmern der verflossenen Zeit, von welchen Voltaire noch umgeben stand, fingen sie an, einen neuen Bau aufzuführen: wie stets eine schwierigere Aufgabe, als die des Einreissens. Daher gegenüber Voltaire's krystallheller Klarheit und unverbrüchlicher Folgerichtigkeit bei ihnen die Unsicherheit und Zerfahrenheit, bis wieder im *Système de la Nature* ein einheitlicher, weil einseitiger und äusserster Standpunkt rücksichtslos erreicht war. Die Encyklopaedie aber ist gleichsam der babylonische Thurm dieses Geschlechtes, welcher der Wiederkehr der theologischen Fluth für immer trotzen sollte; und der Baumeister dieses Thurmes, der Repraesentant dieser zweiten Phase des französischen Geistes im achtzehnten Jahrhundert, ist Diderot. Vom Standpunkt der französischen Litteraturgeschichte sollte dies Jahrhundert nicht Voltaire's, sondern Voltaire's und Diderot's Jahrhundert heissen.

Wie der wirkliche Thurm zu Babel im Wüstensande, so liegt das Riesenwerk der Encyklopaedie im Staube der Bibliotheken verschüttet; nur d'Alembert's *Discours préliminaire*, von dem ein guter Theil von Diderot herrühren soll, ragt daraus hervor, und wird noch zuweilen von einem altgierigen Reisenden, wie man müsste sagen dürfen, beispielsweise von unserem Boeckh, der Betrachtung gewürdigt. Es geht Diderot einigermaassen, wie nach Macaulay dem Dr. Johnson: die Arbeiten, durch die er sich unsterblichen Ruhm gesichert glaubte, gerathen täglich mehr in Vergessenheit, während von ihm selber für nichts geachtete Kinder seiner Laune ihm bewundernden Dank eintragen, wo und so lange Französisch gelesen wird.

Denn nachdem wir ihn hier und da getadelt haben, dürfen wir ihn um so freier loben. Wie er im Denken über Voltaire hinaus sich erhob, so lockerte er auch die von Jenem willig getragenen aesthetischen Fesseln, und obschon er nicht überall das Höchste erreichte, hat er doch als Sittenschilderer, Charakterzeichner, Erzähler, Briefsteller, Kritiker Unvergängliches geleistet.

Ich möchte hier vor Allem bemerken, dass wenn ich bei einer früheren Gelegenheit an dieser Stelle mir Sainte-Beuve's Ausdruck aneignete, wie Grimm der französischste der Deutschen, sei Diderot der deutscheste der Franzosen gewesen, ich bei genauerer Betrachtung diese Antithese doch insofern für hinfällig halte, als nur ihr erstes Glied mir richtig däucht. Was Sainte-Beuve in Diderot deutsch erschien, war vielmehr englisch. Es ist kein Zweifel, dass er aus der englischen Litteratur starke Eindrücke erhielt, während weder

seine geistige Eigenart etwas Deutsches bietet, noch, ausser dem Umgang mit Grimm, deutsche Einwirkungen bei ihm nachweisbar sind. Der französischste der Deutschen war aber kaum der Mann, einen so ächten Gallier, wie den Sohn des Messerschmidts von Langres, zu germanisiren. Man kann durchaus nicht sagen, dass die am meisten charakteristischen Erzeugnisse Diderot's, wie *Jacques le Fataliste*, die Nonne, Rameau's Neffe, d'Alembert's Traum, das Freundepaar von Bourbonne, die *Salons*, die Briefe an Sophie Volland, ein deutsches Gepräge tragen, anders etwa als indem sie in mehr ungebundener Form sich in weiterer Sphaere bewegen, wie der durch die Conventionen der gallo-römischen Poësie gestatteten. Allein die deutsche Litteratur selber verdankte diese grössere Freiheit dem englischen Einfluss.

Besonders mächtig, ja geradezu Shakspeare und Molière vergleichbar, ist Diderot im Dialog. Man könnte sich keinen höheren dramatischen Genuss denken, als 'Rameau's Neffen' unmittelbar auf die Bühne gebracht, und man wundert sich, dass noch kein Theater darauf kam, ihn dem Publicum zu bieten. Fortwährend, sichtlich in Folge natürlichen Hanges verfällt Diderot in den Briefen an Mlle Volland in die dialogisirte Darstellung. Aber kaum minder gross ist er als Erzähler. Was etwa der 'Nonne' an kunstreicher Verstrickung fehlt, hat *Jacques le Fataliste* zur Genüge, wenn man vom Faden der Erzählung die daran aufgezogenen Perlen der Episoden abzustreifen versteht, und was diesem Roman an epischem Flusse mangelt, besitzt wiederum die 'Nonne'. Die Erzählung von Félix und Olivier mit der wilden Ursprünglichkeit ihrer Charaktere und Motive, mit ihren Köhlern und Schmugglern, stellt, wie schon Rosenkranz bemerkte, eine ächte Dorfgeschichte dar: mit wenigen Änderungen könnte man sie unvermerkt Berthold Auerbach's besten Schöpfungen einreihen, wie sie wohl auch George Sand bei ihrer *Petite Fadette* manchmal vorgeschwebt haben mag. So umfasst Diderot's Erzählungskunst mit gleicher *Verve* — es giebt dafür kein deutsches Wort, und um seine Vorzüge zu bezeichnen kein besseres — die ganze Stufenleiter gesellschaftlicher Zustände, von den vergoldeten Gemächern der hauptstädtischen Hôtels und den Schlössern des Adels bis zu den rauchigen Hütten des Landvolks und den unheimlichen Gängen, Zellen und Verliessen der Klöster.

Aber man würde irren, erwartete man in Diderot's Erzählungen die Schilderung von Örtlichkeiten und Landschaften. Das jedesmalige Scenarium, d. h. die Gruppirung der redend, handelnd eingeführten Personen giebt er ungewöhnlich genau an, er lässt sie aber gleichsam zwischen kahlen Wänden spielen, wie Shakspeare's Truppe im Globus-Theater, und des Lesers Sache ist es, sich die Decoration

hinzuzudenken. Nicht anders verfahren bekanntlich die Verfasser der heiligen Schrift, die *Novellieri*, Cervantes, und noch viele der besten Erzähler. Die Naturmalerei im Roman schreibt sich erst her von der *Nouvelle Héloïse* und von *Paul et Virginie*, wo sie eine Offenbarung war, da die damalige Lesewelt weder romantische noch exotische Naturschönheit kannte. Als stimmungerweckendes Mittel ist unter den verwickelten Bedingungen der modernen Litteratur Naturmalerei nicht zu entbehren, doch ist die Frage, ob das neuerlich bemerkbare Überwuchern der Erzählung mit Beschreibung nicht ebenso auf eine sinkende Kunstperiode deutet, wie die übermässige Entfaltung des decorativen Elements auf der Bühne.

Gleichviel ob Diderot's Kargheit im Beschreiben beim Erzählen bewusster Regel oder unbewusstem Takt entsprang, Mangel an Theilnahme für die Aussenwelt, an gegenständlicher Phantasie war sicher nicht der Grund. Vielmehr gebührt ihm neben Rousseau, dem Entdecker der wilden Naturschönheit, das Verdienst, die Art der Naturmalerei geschaffen zu haben, welche den Reiz einer anmuthigen, reich angebauten Landschaft schildert. Die Briefe an Mlle Volland sind voll von trefflichen Bildern aus dem Seine- und Marne-Thal, welche er auf Spaziergängen vom Holbach'schen oder Épinay'schen Landsitz aus sich einprägte.

Nirgend tritt diese Befähigung Diderot's stärker hervor, als in seinen *Salons*. Mag er von der Schönheit einen falschen Begriff hegen, an den Maler die unberechtigte Forderung moralischer Wirkungen stellen, in seinen Briefen an Falconet noch so sehr hinter Lessing zurückstehen; mag überhaupt Diderot, dessen Sehnsucht nach Italien ungestillt blieb, das wahre Ideal der Kunst nie aufgegangen sein: um so grösser ist sein schriftstellerischer Triumph, uns nach hundert und zwanzig Jahren noch gern bereit zu finden, ihm durch die endlosen Säle des Louvre zu folgen, von deren Wänden die Vanloo, die Greuze, die Joseph Vernet frisch von der Staffelei herabschauen, und in seinen geistsprudelnden Seiten die Bilder zu lesen, als sähen wir sie mit Augen.

Das ist ein dürftiger Schattenriss des wunderbaren Mannes, den vor hundert Jahren der Tod von unserer Mitgliederliste strich. Aber, wie unsere heutige Tagesordnung zeigt, Akademien sterben nicht. Wenig Tage vor Diderot's Tode, am 22. dieses Monats vor hundert Jahren, hatte in Minden ein Knabe das Licht der Welt erblickt, der für alle Zeit eine der höchsten Zierden unserer Körperschaft werden sollte: seit Keppler der grösste deutsche Astronom, Friedrich Wilhelm Bessel.

Darauf hielt Hr. Waldeyer folgende Antrittsrede:

Der Eintritt in den Kreis der Mitglieder der Königlichen Akademie der Wissenschaften, welcher mir alsbald nach der Übernahme meines Lehramtes an der hiesigen Hochschule gewährt wurde, weckt in mir vor allem die Gefühle aufrichtigen Dankes gegen Sie, meine hochverehrten Herren Collegen, welche Sie mich der Einreihung in diese Körperschaft für würdig erachteten, und gegen unsern erhabenen Schirmherrn, der Ihre für mich so ehrenvolle Wahl allergnädigst zu bestätigen geruhte.

Dann aber veranlasst mich der Platz, den ich unter Ihnen einzunehmen berufen bin, zu einem Rückblicke auf jene Männer, die vor mir auf demselben in der verdienstvollsten Weise gewirkt haben. Fast fünf Menschenalter sind verflossen, seit Nathanael Lieberkühn und Johann Friedrich Meckel der Ältere an dieser Stelle thätig waren; ihnen folgen Johann Gottlieb Walter, Rudolphi, Johannes Müller, Reichert.

Es verkörpert sich in diesen Männern gewissermaassen der Entwicklungsgang, den die Morphologie der Thiere und insbesondere die des Menschen in den letzten beiden Jahrhunderten genommen hat, ein Entwicklungsgang, den man als einen nothwendigen, in der Natur der Sache begründeten bezeichnen darf.

Es sei zunächst hier hervorgehoben, dass der »Anatomie« unter den von der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu pflegenden Fächern von vorn herein besonders gedacht wird, namentlich in dem von Friedrich dem Grossen am 24. Januar 1744 gegebenen Statut. Das derzeitige Mitglieder-Verzeichniss führt nicht weniger als drei Ärzte auf, die der Akademie anatomische Mittheilungen machen: Buddeus, Eller (Director der physikalischen Classe) und Lieberkühn, den Secretar der Classe. Und unter den Namen der damaligen auswärtigen Mitglieder glänzen die eines Lorenz Heister, Abraham Vater und Benignus Winslow!

Buddeus und Eller sind die Ersten, welche den Schriften der Akademie anatomische Abhandlungen einverleibt haben (1727). Diese Abhandlungen sind jedoch vorwiegend pathologisch-anatomischen Inhaltes, entsprechend der Erfahrung, dass die Anatomie sich jeden Orts in ihren Anfängen an die praktische Heilkunst anlehnte. Fast alle Anatomen der damaligen Zeit sind ausübende Ärzte, wie es auch einer der bedeutendsten unter ihnen, unser Nathanael Lieberkühn, war.

Lieberkühn starb in der Blüthe seiner Jahre; nur kurze Zeit gehörte er der Akademie an (1744 bis 1756). Das Wenige aber, was er, namentlich auch in Anbetracht seiner ausgebreiteten ärztlichen Thätigkeit, der Wissenschaft als Vermächtniss lassen konnte, sichert

ihm einen hervorragenden Namen unter den Naturforschern aller Zeiten. Weit war er dem damaligen Stande der Dinge vorausgeeilt, sowohl in der entschiedenen physikalischen Auffassung der belebten Natur, die bei ihm überall durchblickt, als auch in einer ingeniösen Ausbildung der Untersuchungsmethoden. Seine Instrumente und namentlich seine Mikroskope verfertigte er selbst, und wusste sich ihrer mit dem grössten Geschick zu bedienen. Die feinere Injectionstechnik bildete er bis zu einer Höhe aus, die noch heute ein Meister, wie Hyrtl, als eine kaum übertroffene anerkennt: er darf als der Erfinder der Corrosionstechnik bezeichnet werden und ist der Entdecker des Zusammenhanges der Chylusgefässe der resorbirenden Darmzotten mit den übrigen Chylusbahnen, wie auch der nach ihm benannten Darmdrüsen.

Jedoch das Feld der Forschung bleibt bei Lieberkühn auf den Menschen beschränkt, wie auch bei seinen nächsten Zeitgenossen und Nachfolgern: Joh. Fr. Meckel und Joh. Gottl. Walter, welche übrigens, der bisherigen Tradition treu bleibend, auch noch die pathologische Anatomie vertraten. Beide, insbesondere Meckel, von dem unsere Annalen eine stattliche Reihe von Schriften aufzuweisen haben, dürfen wir ebenfalls zu den hervorragenderen Vertretern ihres Faches rechnen. Es genüge an die Anatomie des Nervus Trigeminus und dessen Ganglia Meckelii majus und minus zu erinnern.

Indessen die Untersuchungsmethode, welche von Beiden geübt wurde, blieb wie das Forschungsfeld, eine beschränkte, die bisherige: das altehrwürdige Verfahren der präparirenden Anatomie. Neue Gesichtspunkte, neue Ziele sollten erst gewonnen werden.

Diese waren aber, wie begreiflich, von der menschlichen Anatomie allein aus nicht zu gewinnen. Hier mussten die inzwischen mächtig geförderten anderen Naturwissenschaften, die Zoologie, Botanik, Chemie, Physik und die Physiologie, die Physik des Lebendigen, eintreten. Das, was ein Linné und ein Albrecht von Haller, später Galvani und Lavoisier uns vererbten, brachte auch der morphologischen Wissenschaft neues Leben und weitere Ziele.

Bei dem Nachfolger Walter's, Karl Asmund Rudolphi, begegnen wir denn auch unter der Reihe der hiesigen Anatomen zuerst jenem Neuen. Es gibt sich kund in dem Eintritte histiologischer und vergleichend anatomischer Forschungen und Untersuchungsmethoden in den bis dahin engen Kreis der menschlichen Anatomie, sowie in einer grösseren Pflege der bis dahin dem Anatomen ebenfalls noch anvertrauten Physiologie. Rudolphi hinterliess uns ein in zwei Bänden erschienenes werthvolles Lehrbuch der Physiologie, worin er entschieden den Bahnen Haller's folgt, im Gegensatze zu der inzwischen rasch emporgewachsenen, von Schelling inaugurirten naturphilosophischen Richtung.

Doch ist und bleibt RUDOLPHI vorwiegend Anatom; auch bei seinen physiologischen Untersuchungen geht er vorzugsweise auf anatomische und vergleichend anatomische Thatsachen zurück. Mit ausgezeichnetem Erfolge widmete sich RUDOLPHI allgemein anatomischen, zoologischen und vergleichend anatomischen Studien, von denen viele in den Schriften der Akademie niedergelegte Abhandlungen zeugen. So befindet sich im Jahrgange 1814—15 sein berühmter Aufsatz über die »Horngebilde«, worin er zuerst den Namen »Horngewebe« aufbrachte und die dahin gehörigen Bildungen von einem allgemein anatomischen Standpunkte aus zusammenfasste. Schliesslich sei, um hier nicht zu weit zu greifen, nur noch seiner fundamentalen Werke über die Entozoen gedacht, die ihn als bedeutenden Zoologen und vergleichenden Anatomen hinstellen. RUDOLPHI's umfassende Thätigkeit ist aber damit noch nicht erschöpft. Indem ich seine Abhandlungen aus dem Gebiete der menschlichen descriptiven Anatomie übergehe, muss noch angeführt werden, dass er auch der pathologischen Anatomie sorgsame Pflege widmete, und selbst der ars veterinaria nicht fern blieb, wie sein 1804—5 hier erschienenes zweibändiges Werk: »Bemerkungen aus dem Gebiete der Naturgeschichte, Medicin und Thierheilkunde« erweist.

Wir sehen somit zu RUDOLPHI's Zeit, im Anfange dieses Jahrhunderts, aus der menschlichen Anatomie einen weitverzweigten Baum der Wissenschaft hervorgewachsen, der nicht nur in seinem Stamme sich stetig weiter entfaltet, sondern auch kräftige Seitenäste in der Histiologie, vergleichenden Anatomie und Physiologie getrieben hat, während er die alte Verbindung mit der pathologischen Anatomie dauernd aufrecht erhält. In der Akademie sowohl, wie an der Universität werden jedoch alle diese Disciplinen nur durch Eine Persönlichkeit vertreten.

Zu mächtiger, stolzer, hochragender Gestalt entwickelt sich dieser Baum in des unsterblichen JOHANNES MÜLLER's Pflege, der Besten und Grössten Einer, welche je die Zierden unserer Körperschaft bildeten. Was die Wissenschaft, was die Akademie ihm verdankt, wie er überall da, wohin er mit starker Hand griff, frisches Wasser aus dem Felsen schlug, welch' werthvollen Inhalt die zwei starken Quartbände umfassen, die unter den gesammelten Abhandlungen der Mitglieder der Akademie in unsern Bibliotheksräumen das Auge auf sich ziehen: das auszuführen würde hier, an dieser Stätte, im Kreise so mancher Freunde und unmittelbarer Schüler des Verewigten wahrhaft »Eulen nach Athen tragen« heissen!

Mit JOHANNES MÜLLER's Tode vollzieht sich eine Wandlung. Zwei inzwischen hoch ausgebildete Disciplinen haben eigenen Boden gefunden: die Physiologie und die pathologische Anatomie erhalten in der

Akademie sowohl, wie auch an der Hochschule ihre eigenen Vertreter; es vollzieht sich allmählich wieder die Rückkehr zu dem früheren enger umgrenzten Gebiete für den, welcher die menschliche Anatomie zur Aufgabe seiner Forschung zu machen hat.

Mein unmittelbarer Vorgänger, Karl Bogislaus Reichert, vertrat neben der menschlichen Anatomie und Histiologie nur noch die vergleichende Anatomie und einen inzwischen neu aufgesprossten Zweig, die Entwicklungsgeschichte, dessen Pflanzung und erste Pflege in den Beginn der Thätigkeit Joh. Müller's fällt. Reichert's akademisches Wirken war wesentlich diesem zur Zeit besonders frisch grünenden Zweige unserer grossen Gesammtdisciplin, an dessen Förderung er hervorragenden Antheil hatte nehmen können, gewidmet.

Mir ist an unserer Hochschule neben der menschlichen Anatomie noch diese Disciplin und die Histiologie geblieben; beides kann vom alten Stamme der Anatomie wol kaum abgelöst werden. Die vergleichende Anatomie hingegen hat sich in die Obhut der Zoologie begeben, eine Wandlung, welche sich naturgemäss vollziehen musste und in Kurzem wol überall sich vollziehen wird, wenn auch noch an manchen Hochschulen und Akademien die menschlichen Anatomen zugleich die berufenen Vertreter der comparativen Anatomie sind.

Ein jüngster Sprössling der altehrwürdigen Anatomie, die Anthropologie, ist, kaum geboren, in unserer so rasch voraneilenden Zeit so schnell herangewachsen, dass die Mutter-Wissenschaft kaum Zeit gefunden hat, sich eingehend darum zu kümmern.

Wer vermöchte zu sagen, wie lange noch die Entwicklungsgeschichte und die Histiologie der menschlichen Anatomie ausschliesslich werden erhalten bleiben? Jedenfalls bedarf ihrer der Zoologe und der Physiologe ebenso, wie der Anatom, und fehlt es auch nicht an Stimmen, welche diesen Disciplinen eigene Vertreter geben möchten.

Wird denn nun die menschliche Anatomie wieder auf den Standpunkt zurückgedrängt werden, den sie vor hundert Jahren und darüber einnahm? Sicherlich nicht, so lange wir eine wissenschaftliche Medicin, so lange wir Akademien haben, in denen ein so gesundes wissenschaftliches Leben pulsirt, wie in der hiesigen. Die Colonien haben sich vom Mutterlande getrennt, sie sind selbstständig geworden, zum Theil sogar mächtiger; doch die innige freundschaftliche Verbindung ist geblieben. Willig bieten sie der dürstenden Mutter von ihren Früchten — können sie doch auch dieser nicht entrathen. Ich thue getrost den Ausspruch, dass, ebensowenig wie die Physiologie und pathologische Anatomie, so auch die vergleichende Anatomie, Anthropologie, Entwicklungsgeschichte und Histiologie ihre höchsten Ziele werden verfolgen können ohne die Mithülfe und die immer mehr zu

vervollkommnende Ausbildung der reinen menschlichen Anatomie, deren Forschungsgebiet das höchst entwickelte Naturobject bildet.

Ebenso bekenne ich aber auch, dass mir ein Vertreter der menschlichen Anatomie ohne gründliche Vertrautheit mit der vergleichenden Anatomie, der Entwicklungsgeschichte und Histiologie für unsere Zeit unmöglich erscheint, will er anders seine Wissenschaft fördern. Und von Rechts wegen sollen ihm auch die Anthropologie, die Physiologie und die pathologische Anatomie nicht fremd geblieben sein.

Indem ich hier das Erbe so bedeutender Männer antrete und mich in einen Kreis so hervorragender Forscher aufgenommen sehe, fühle ich sehr wohl den Abstand der zwischen ihnen und mir besteht. Doch glaube ich wenigstens die Bahn klar mir vorgezeichnet zu erkennen, auf der ich zu schreiten habe und fühle mich ermuthigt durch die nachsichtige und freundliche Unterstützung, deren ich mich von Ihrer Seite versichert halten darf. Gibt mir meine Stelle an der Hochschule das engere auf den Menschen gerichtete Ziel der morphologischen Forschung und Lehre zur Hauptaufgabe, so gewährt mir die Akademie leicht die innige Verbindung mit den Schwester-Disciplinen und gestattet die freiere Entfaltung, die immer wieder auch der Specialforschung zu Gute kommen muss.

Der Vorsitzende, als Secretar der physikalisch-mathematischen Classe für die physikalischen Wissenschaften, antwortete Hrn. Waldeyer:

Der Anthropotomie, Hr. Waldeyer, welche Sie in erster Linie zu vertreten berufen sind, wird neben ihrer praktischen Unentbehrlichkeit stets die Bedeutung zukommen, als der älteste Zweig der Biologie die natürliche Grundlage für jede weitere Entwickelung der Wissenschaft zu bleiben. Man braucht nur zu bedenken, dass wir die Abschnitte des Leibes und der Gliedmaassen von Insecten nach dem Paradigma des menschlichen Rumpfes und Beines benennen, mit welchen sie nichts gemein haben, um sich der Herrschaft bewusst zu werden, welche die der Anthropotomie entlehnten Kategorien über uns üben. Man kann, glaube ich, der Anthropotomie in der beschreibenden Naturwissenschaft eine ähnliche Würde beilegen, wie in der Sprachwissenschaft den klassischen Sprachen. Wie ohne Griechisch und Latein kein Germanist oder Orientalist, so kein Zoolog, kein Palaeontolog, kaum ein Botaniker ohne Anthropotomie.

Aber wie fertig auch diese altehrwürdige Disciplin erscheine, selbst makroskopisch ist sie weit davon entfernt erschöpft zu sein. Nicht nur ermöglichen neue Untersuchungsmethoden noch immer neue Wahrnehmungen, wie, durch den nordischen Winter begünstigt, Pirogoff

in der Herstellung von Querschnitten gefrorener Leichen ein Mittel fand, die topographische Anatomie in ungeahnter Weise zu vervollkommnen. Nicht nur tauchen schwierigere Verhältnisse höchster Wichtigkeit, wie der Faserverlauf im Gehirn, erst jetzt aus dem Nebel unbestimmter Vorstellungen auf. Sondern bei der wunderbaren inneren Zweckmässigkeit des Organismus lässt sich auch behaupten, dass, wo immer man an der Hand leitender physiologischer Gedanken noch so altbekannte anatomische Bildungen neu betrachtet, die schönsten Entdeckungen gelingen können. Ist es nöthig, an die erst vor wenig Jahrzehnden fast neugeschaffene Lehre von den Gelenken und von der Bespannung des Skelets mit seinen Muskeln zu erinnern; an Hrn. von Helmholtz' neue Beschreibung der Gehörknöchelchen; an die in der schwammigen Substanz der Knochen neuerlich erkannte, mit der der Bienenzellen wetteifernde scheinbare Teleologie? So richtig es ist, dass der Anatom zunächst die Formen beschreiben soll, ohne sich um deren etwaige Bedeutung zu kümmern, so sicher ist andererseits die physiologische Anatomie die Anatomie der Zukunft.

Die zweite der Ihnen zuertheilten Disciplinen, die mikroskopische Anatomie, wird schwerlich noch einen ähnlichen Fortschritt erleben, wie den, welchen sie gegen Ende der dreissiger Jahre durch Auffindung der Zelle sah. Selbst wenn die Leibniz'sche Speculation von einer unendlichen Einschachtelung belebter Theilchen in belebte Theilchen richtig wäre, und der Zellenleib wieder aus Elementarorganismen höherer Ordnung bestände, dürften wir, wenn auch die Entdeckung der Karyokinese als ein Schritt in dieser Richtung erscheinen mag, kaum hoffen, diese höheren Elemente je mit leiblichem Auge zu sehen: nach Hrn. von Helmholtz und Hrn. Abbe sind den Leistungen unserer Mikroskope noch weit engere Grenzen gesteckt, als die einst von Fraunhofer aus der Länge der Aetherwellen hergeleiteten. Allein die jetzt schon erlangte Vollkommenheit der optischen Hülfsmittel, verbunden mit der Methode der mikrotomischen Schnittserien, und mit der kunstreichen Färbung der verschiedenen Gewebsbestandtheile, einem an Fruchtbarkeit fast der Injection vergleichbaren Mittel der Forschung, eröffnet ein noch unabsehbares Feld von Entdeckungen, auf welchem im Grunde erst die ersten Schritte geschahen.

Durch den Sieg der Abstammungslehre hat die dritte Disciplin, auf welche Ihre rüstige Thätigkeit sich erstreckt, die von Ihnen so erfolgreich angebaute Entwickelungsgeschichte, noch an eingreifender Wichtigkeit gewonnen im Vergleich zur Zeit, wo sie nur über das Werden des Einzelwesens Aufschlüsse versprach. Die alte Meckel'sche Anschauung, dass das sich entwickelnde Einzelwesen die Stufen der aufsteigenden Thierreihe durchlaufe, leuchtet vor im Dunkel der

Stammesgeschichte. Hätte Goethe die Entwickelungsgeschichte gekannt, von ihr, nicht von der vergleichenden Anatomie hätte er ausgesagt, sie eröffne uns die Tiefen der bildenden Natur mehr, als jede andere Bemühung und Betrachtung.

Histiologie und Entwickelungsgeschichte sind durch die Zellenlehre miteinander und mit der pathologischen Anatomie, die Entwickelungsgeschichte ist mit der vergleichenden Anatomie, der Palaeontologie, der Phylogenie so eng verknüpft, dass sich nirgend Grenzen ziehen lassen, dass alle diese alten Eintheilungen zwar im Universitätsunterricht aus Zweckmässigkeitsgründen zu gelten fortfahren, für die akademische Forschung aber, wie die mittelalterlichen Zünfte zu Einer Industrie, zu Einem mächtigen Strome verschmelzen.

In allen jenen Disciplinen ein Meister, aller jener Methoden vollauf mächtig, ist die Akademie glücklich in Ihnen, Hr. Waldeyer, den würdigen Fortsetzer der Reihe berühmter Anatomen zu begrüssen, deren bedeutende Gestalten Sie in Ihrer Rede an uns vorbeiführten. Ihr unmittelbarer Vorgänger, unser verstorbener College Reichert, hat den jetzt von Ihnen eingenommenen akademischen Sessel nebst dem entsprechenden Lehramt, merkwürdigerweise gerade wie Johannes Müller, ein Vierteljahrhundert innegehabt. Wenn die Akademie nicht ohne ernste Empfindungen eine so langjährig vertraute Persönlichkeit aus ihrem Kreise schwinden sehen kann, so blickt sie mit um so gespannterer Erwartung dem neuen Schwung entgegen, den Ihre volle Manneskraft nunmehr in ihrem Schoosse wie an der Universität den anatomischen Wissenschaften ertheilen wird. In diesem Sinne, Hr. Waldeyer, heisse ich Sie, Ihnen und uns glückwünschend, in unserer Mitte herzlich willkommen.

Hr. Scherer hielt folgende Antrittsrede:

Die deutsche Philologie verfolgt die gesammte Entwickelung unserer Nation, indem sie in ihr inneres Leben einzudringen sucht. Von der Mythologie der alten Germanen und ihren arischen Wurzeln bis zu dem modernsten Gedichte fallen die glänzendsten wie die bescheidensten Äusserungen deutscher Geisteskraft in ihr Bereich. Sie kann sich bald an der unschuldigen Einfachheit eines Naturvolkes erquicken, bald in die zarten Gewebe Goethe'scher Seelenschilderungen vertiefen. Sie zählt Herder zu ihren Ahnherren und wendet gerne den vergleichenden Blick über die Grenzen des Vaterlandes hinaus, um nach dem Gesetze der geschichtlichen Erscheinungen zu spähen oder wenigstens die nationale Eigenthümlichkeit schärfer zu erfassen. Sie steht in einem traditionellen und niemals ernstlich getrübten Ver-

hältnisse zur vergleichenden Sprachwissenschaft. Sie hat von der classischen Philologie vieles gelernt und wird darin gewiss fortfahren, wo es ihr nützen kann. Sie ist ein Theil der deutschen Litteratur selbst, ihre Begründer gehören zu unseren Classikern, und die Art, wie Lessing, Herder, Goethe, Schiller, Wilhelm von Humboldt litterarische Dinge betrachteten, gab ihr das grosse Vorbild einer auf ästhetische Probleme gerichteten historischen und systematischen Untersuchung. Sie hat das Recht, ja die Pflicht, der Litteratur der Gegenwart ihren sympathischen Antheil zu schenken; und es geziemt ihren Vertretern, dass sie die Sprache, die sie forschend ergründen sollen, auch kunstmässig zu handhaben und sich einen Platz unter den deutschen Schriftstellern zu verdienen wissen. Das Maass der Wissenschaftlichkeit hängt nicht von der Schwierigkeit des ersten Schrittes ab. Die leisen Unterschiede des Sprachgebrauches zwischen heut und vor fünfzig Jahren zu erkennen, fordert schärfere Sinne, als einem althochdeutschen Texte die grammatische Ausbeute zu entlocken, die er etwa bieten kann. Ein todtes Idiom aus schriftlichen Denkmälern zu lernen und unsere Kenntniss davon durch einzelne Beobachtungen zu bereichern, ist leichter, als eine lebende deutsche Mundart, in deren Gebrauch man aufwuchs, zuverlässig darzustellen. Das heimische Sprachgefühl lässt sich immer nur unvollkommen ersetzen, und wer es nicht mit Bewusstsein in sich ausbildet, bleibt ein Fremdling in jedem Sprachgebiet, auf dem er sich ansiedeln mag.

Wenn ich nun gezwungen bin, hier von mir selbst zu reden, so kann ich nur sagen, dass ich mich bemüht habe und künftig weiter bemühen werde, die Vorstellung, die ich von den Aufgaben meiner Wissenschaft hege, zu bethätigen und ihren Zwecken zu dienen. Ich versuchte von der deutschen Grammatik aus die Sprachwissenschaft überhaupt zu fördern, indem ich die erkannten Entwickelungsgesetze der jüngeren Sprachperioden auf die älteren übertrug. Den religiösen und politischen Zuständen der heidnischen Germanen konnte ich bisher nur vereinzelt Aufmerksamkeit schenken, während ich die christliche Litteratur vom achten bis zwölften Jahrhundert seit einer unvergesslichen Gemeinsamkeit der Arbeit mit einem Lehrer, den wir alle betrauern, nie ganz aus den Augen verlor und innerhalb der späteren Zeiten dem Drama des sechzehnten und siebzehnten Jahrhunderts, der elsässischen und der österreichischen Litteratur, sowie der Geschichte der deutschen Philologie und verschiedenen Schriften Goethe's specielle Darstellungen oder Untersuchungen widmete. Gestützt auf diese und andere Vorarbeiten, wagte ich es, ein Gesammtbild der deutschen Litteraturgeschichte aufzustellen, die Perioden derselben genau zu scheiden und zu vergleichen und dabei von der historischen Analogie,

an deren methodischen Werth ich fest glaube, einen ausgedehnten Gebrauch zu machen. Herder's »Ideen« und die »Geschichte der deutschen Dichtung« von Gervinus haben früh auf mich gewirkt und mir solche Betrachtungen dauernd nahe gelegt.

Soll ich aber sonst aussprechen, wem ich unmittelbare oder mittelbare, stärkere oder geringere geistige Förderung verdanke, so kann ich fast nur Männer nennen, welche zu diesem erwählten Kreise gehörten oder noch gehören. Bei den HH. Bonitz und Vahlen lernte ich in Wien die Elemente philologischer Methode. Lachmann war lange todt, Wilhelm Grimm eben gestorben, als ich meine österreichische Heimath zum ersten Male verliess, um in Berlin die schon auf der Schule mit Bestimmtheit ergriffenen deutschen Studien fortzusetzen. Aber Bopp, Homeyer und Trendelenburg, sowie die HH. Leopold von Ranke und Albrecht Weber sind meine Lehrer gewesen; Jacob Grimm zeigte mir ein ermunterndes Wohlwollen; Moriz Haupt gönnte mir seine persönliche Unterweisung; Müllenhoff eröffnete mir die Grundgedanken seiner deutschen Alterthumskunde, liess mich rückhaltlos seiner schweren Gedankenarbeit zuschauen, führte mich in die gelehrte Welt ein und blieb mir lang ein theilnehmender Leiter. Ich durfte mich der preussischen Akademie verbunden glauben, schon bevor sie mich durch ein äusseres Band in ihre Gemeinschaft aufnahm; und wenn dieses Band jetzt ein engeres wurde, so ist mir zu den vielen Pflichten der Dankbarkeit, die ich einzelnen Mitgliedern, lebenden wie todten schulde, eine neue Pflicht des Dankes Ihnen allen gegenüber erwachsen.

Hrn. Scherer antwortete Hr. Mommsen:

Wohl heissen wir in Ihnen, mein theurer College, den vielseitigen und vielthätigen Forscher, den Gelehrten und Schriftsteller reicher Frucht und reicherer Hoffnung mit herzlicher Freude willkommen. Aber zugleich hat Ihr Eintritt in unseren Kreis für die Akademie noch eine andere und weitere Bedeutung. Lebhaft ist es auch unsererseits empfunden worden, dass die veränderte Stellung der neueren deutschen Litteratur in dem Gesammtwesen unseres Geisteslebens der Akademie die Pflicht auferlegt diesem Forschungsgebiet einen festen Platz in dem Kreise der akademischen Wissenschaften zu schaffen; auch thatsächlich haben darauf gerichtete, von der höchsten Verwaltungsbehörde uns gestellte Fragen von bedeutender Tragweite uns diese Erweiterung unseres Gebiets gewissermaassen zur Pflicht gemacht. Es hat uns, sei es die Weisheit unserer Staatsordner, sei es die Nothwendigkeit der Dinge, glücklicherweise davor bewahrt, die Vertretung

der deutschen Kunst und Poesie in besonderen Institutionen zu suchen, wie sie wohl anderswo dafür geschaffen worden sind. Das collegium poetarum der römischen Republik ist das Werk derjenigen Zeit, welche Poeten wünschte und nicht besass; und jede ähnliche Vereinigung hat nur bestätigt, dass die grossen Dichterzeiten in jeder Nation noch viel seltener und viel unberechenbarer eintreten als die guten Weinjahre und dass der Versuch den flüchtig wandelnden Musen eine feste und staatliche Stätte zu bereiten weit häufiger das Fehlen als das Vorhandensein lebendiger Klassiker zum Ausdruck bringt. Für uns Deutsche tritt noch insbesondere hinzu, dass in jeder Vereinigung dieser Art der Sache nach nur die an dem Sitz des Vereins lebenden Mitglieder etwas bedeuten und ihr den Stempel geben und dass, wenn die Berliner Akademie der Wissenschaften wohl den Anspruch machen darf, die deutsche Forschung jeder Zeit zwar nicht zu enthalten, aber doch annähernd zu vertreten, die deutsche Dichtkunst, ständig vertreten durch die jedesmal in Berlin lebenden Poeten, theilweise ein Mediocritätenbouquet darbieten würde, dem diejenigen Länder, in denen die Hauptstadt und die Civilisation mehr als bei uns zusammenfallen, nichts Entsprechendes an die Seite zu setzen haben würden. Sind dergleichen Versuche grosse Ideale durch allzu concrete Realisirung zu verderben uns Deutschen zu unserem Glücke erspart worden, so ist es um so mehr Pflicht sie, so weit es möglich ist, in minder directer, aber in der That besserer Form zu verwirklichen und die Pflege unserer eigenen herrlichen Dichterwelt nicht in die Hand der vereinigten, zur Zeit reimenden oder nicht reimenden Poeten zu legen, die in der That dazu dann am wenigsten berufen sind, wenn sie etwas leisten, sondern sie den Männern anzuvertrauen, die jene Welt liebevoll und einsichtig durchforscht haben und deutsche Art und Kunst kennen und beherrschen. Die Akademie hat seit einigen Jahren dies damit anerkannt, dass sie der längst bei ihr bestehenden Vertretung der deutschen Philologie eine Ausdehnung auf die früher darunter nicht befasste neuere Litteratur gegeben und die Stellenbesetzung in entsprechender Weise geordnet hat. Sie, geehrter Herr, sind der erste Akademiker, der auf Grund dieser Ordnung in unseren Kreis eintritt. Obwohl Ihnen ja auch die schon länger als kanonisch anerkannten Titel für die germanische Philologie keineswegs fehlen und wir auch nach dieser Seite hin von Ihnen die Förderung der Wissenschaft erwarten, so knüpft sich doch an Ihren Eintritt zunächst die Hoffnung, dass die umfassende Arbeit, welche die deutsche Nation noch zu vollbringen hat, um sich ihrer grossen Geister würdig zu beweisen, die durchdringende Erkenntniss der Sprache in ihrem geheimnissvollen Verhältniss theils zu der Besonderheit der Zeit wie der

Schriftgattung, theils zu der Individualität des einzelnen Schriftstellers, die Aufarbeitung der Fülle der über diesen Theil unseres geistigen Lebens vorhandenen Documente, die Herausgabe der classischen Werke frei sowohl von der altbeliebten Liederlichkeit des Herunterdruckens wie von der neubeliebten Philisterei des Druckfehlersammelns, überhaupt die praktische Durchführung guter Philologie auf diesem ihrem Neuland, mit dem Ernst des Charakters und der Würde der Darstellung, welche der oft leichte und lose Stoff gebieterisch fordert, in Ihnen den berufenen Vertreter innerhalb der Akademie gefunden hat. Dies Gebiet gehört in gewissem Sinn uns allen; und es wird niemand unter uns sein, der nicht mit eigenem Antheil, wie er sonst den Arbeiten der akademischen Collegen nur ausnahmsweise gewährt werden kann, diese Ihre künftige akademische Thätigkeit freudig begrüsst und nach Vermögen fördert.

Hr. Pernice hielt folgende Antrittsrede:

Die hohe Ehre, in den Kreis der Akademie einzutreten, für welche ich heute meinen tiefgefühlten Dank aussprechen darf, ist, wie ich sehr wol weiss, mir nicht zu Teil geworden wegen meiner wissenschaftlichen Leistungen als solcher, sondern wegen der Art und Weise, wie ich die romanistische Jurisprudenz zu behandeln bestrebt bin, und durch die sie sich den eigentlich akademischen Disciplinen am leichtesten anzureihen oder einzuordnen scheint. Die Rechtswissenschaft bewegt sich auch heute noch wesentlich in der Bahn, die ihr seit Anfang dieses Jahrhunderts die sogenannte historische Schule gewiesen und eröffnet hat. Die Rechtsordnung erwächst aus dem Rechtsgefühle in engstem Zusammenhange mit den sittlichen und wirtschaftlichen Anschauungen des einzelnen Zeitalters und Volksganzen: sie wird nicht nach reinen Zweckmässigkeitsrücksichten gebildet oder umgestaltet; sie kann daher in ihrer Gesamtheit und in ihren Teilen nur erkannt und begriffen werden, wenn man ihre geschichtliche Entwickelung erforscht. Diese Sätze, wie sie der grosse Lehrer und Meister Savigny zuerst aufstellte, sind heutzutage Gemeingut. Aber die Übereinstimmung im Allgemeinsten schliesst eine grosse Manigfaltigkeit der wissenschaftlichen Richtungen und Strebungen nicht aus, die in ihrer folgerichtigen Durchführung sich zum Teil geradezu gegen die Grundauffassung selbst kehren.

Soweit jene Lehre der historischen Schule eine Theorie von der Entstehung des Rechtes geben soll, bleiben Hauptfragen ungelöst. Denn die Schwierigkeit ist, zu erkennen, wie der Rechtssatz aus dem allgemeinen Bewustsein hervorgehe, wie ein solches selbst zu

Stande komme und was es bedeute. Indess diese Untersuchung liegt jenseits der Grenzen unserer positiven Wissenschaft ganz auf dem Gebiete der philosophischen Speculation, und wir können nur dankbar entgegennehmen, was uns von dorther zur Aufhellung des Dunkels geboten wird.

Allein die Speculation hat sich nicht begnügt, die Grundlagen unserer Wissenschaft zu befestigen und zu verbreitern: sie ist neuerdings auch in den Bereich der positiven Jurisprudenz selbst auf verschiedenen Wegen, in strengeren und geschmeidigeren Formen eingebrochen. Sie hat unternommen, durch das römische Recht über dasselbe hinaus zu gelangen und dadurch neue Formen zu gewinnen, die den heutigen Lebenserscheinungen Genüge täten. Sie hat versucht, die positiven Rechtsinstitute im Zusammenhange mit allgemeinen Theoremen über das Wesen der Rechtsordnung neu zu begründen. Sie hat den psychologischen Ausgangspunkten der geschichtlichen Rechtsbegriffe nachzuspüren angefangen. Diese halb und ganz philosophischen Anläufe sind meist auf Grund des römischen Rechts, vielfach von Romanisten gemacht worden. Man erwartet, dass der Vertreter der romanistischen Rechtswissenschaft an diesen Bestrebungen, eine allgemeine Rechtslehre zu entwerfen, sich beteilige oder doch Fühlung damit behalte. Wie sich die Arbeitsteilung unserer Wissenschaft einmal geschichtlich vollzogen hat, ist diese Forderung erklärlich; aber innerlich gerechtfertigt ist sie nicht. Am Ende steht hinter ihr doch der alte verkehrte Gedanke, dass das römische Recht geschriebene Vernunft sei; wenigstens, meint man, seine Begriffe und seine Formen zeigten eine so allgemein giltige Gestaltung, dass von ihnen aus leicht, gewissermassen nur durch Erweiterung, zu allgiltigen zu gelangen sei. Allein es ist zu befürchten, dass eine solche Verquickung des Positiven und des Speculativen nach beiden Seiten schädlich wirke. Ein bestimmter Zweck der geschichtlichen Untersuchung kann leicht das Urteil über die Tatsachen befangen machen; und der tatsächliche Ballast möchte den freien Flug der Speculation hemmen oder ablenken. Denn je tiefer unsere historische Kenntnis des römischen Rechtes eindringt, desto deutlicher tritt zu Tage, wie sehr auch diese ratio scripta nur der Niederschlag eines bestimmt bedingten Lebens und einer umfassenden, aber begrenzten und eigenartigen Geistesanlage ist.

So ist es verständlich, wenn man das einst überschätzte Rechtssystem jetzt zu bemängeln und anzufechten beginnt. Das geschieht von zwei verschiedenen Stützpunkten aus.

Die logische Skepsis geht den Gebilden des römischen Rechtes zu Leibe, weil sie vielfach unfertig, nicht zu Ende gedacht, in der

Entwickelung stecken geblieben seien. Gewis ist die hier zu Grunde liegende geschichtliche Auffassung zutreffend: die Produktivkraft der römischen Beamten erlischt mit der Republik, die der Juristen nach 200 Jahren, ehe das Ziel erreicht ist. Im Unrechte aber scheint die skeptische Richtung, wenn sie an Rechtsbegriffe und -Institute lediglich den Massstab der Logik legt. Damit zersetzt man nicht bloss das römische, sondern jedes Rechtssystem. Unmöglich kann die Form des Lebens glatt sein, wo das Leben selbst voller Unregelmässigkeiten ist. Es müste den Angreifern gelingen, Rechtsinstitute zu schaffen oder zu erfinden, welche die logische Prüfung aushielten, wenn ihre Kritik wahrhaft fördernd eingreifen sollte.

In ähnlicher Weise auflösend wirkt die Richtung, welche an Stelle der juristischen Begriffe national-ökonomische setzen möchte. Auch darüber kann kein Zweifel sein, dass jede Rechtsordnung einen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Tatbestand zur Voraussetzung hat. Aber bei der Gestaltung des Rechtssystems wirken noch weit andere Factoren mit, religiöse, sittliche, selbst künstlerische Anschauungen. Und die einmal fertige Rechtsordnung ist ein selbständiger Organismus, dessen Durchforschung ihre eigene Methode und Technik durch eine nun seit achthundert Jahren ununterbrochene Tradition festgestellt hat.

Aus dem Allem ergibt sich die bescheidenere Aufgabe von selbst, die ich mir innerhalb der zahlreichen Strebungen der romanistischen Wissenschaft abzugrenzen versucht habe. Mir gilt es einfach die geschichtliche Erforschung des römischen Rechtes, wie es eigentlich gewesen ist. Dabei schien es mir immer von grösserer Wichtigkeit, den Zusammenhang des Ganzen kennen zu lernen, als die Entwickelung des einzelnen Institutes.

Von hier aus habe ich den Versuch gewagt, das römische Privatrecht auf einer bestimmten Stufe seiner Ausbildung, im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung, darzustellen. Es handelt sich darum, die manigfachen Strömungen innerhalb der römischen Jurisprudenz zur Anschauung zu bringen; die zum Teile scharf von einander abstechenden Individualitäten der römischen Rechtsbildner kenntlicher heraus zu arbeiten; zu zeigen, wie sie schufen, welches ihre Mittel und ihre Schranken waren. Es gilt von diesem festen Punkte rückwärts zu dringen in die früheren Perioden der Rechtsentwickelung, um schliesslich durch leidlich gesicherte Vermutung die älteste Gestaltung und die Beziehungen zu verwandten Völkern zu erkennen. Hierbei kommt es darauf an, stets das römische Rechtsleben in seiner Einheitlichkeit festzuhalten. Denn unmöglich darf sich die geschichtliche Forschung auf das Privatrecht beschränken, das nur ein willkürlicher Ausschnitt

der Gesamtordnung ist. Das öffentliche Recht ist für das private nicht nur die notwendige Ergänzung, sondern auch die willkommene Erläuterung. Endlich ist es von Bedeutung, die allgemeinen socialen und philosophischen Anschauungen zu berücksichtigen, welche die römische Wissenschaft und Rechtsbildung leiteten oder beeinflussten. Allein hier ist bei der lückenhaften und kümmerlichen Überlieferung vorsichtigste Zurückhaltung geboten. Dass die Ausführung sehr weit hinter dem erstrebten Ziele zurückbleiben muste und zurückgeblieben ist, versteht sich von selber. Und auch das ist erklärlich, dass eine solche weitschichtige Arbeit sich nicht in einem Zuge zu Ende führen lässt. Auf der einen Seite macht sich das Bedürfnis geltend, manches Ergebnis auszugestalten und sorgfältiger zu begründen, oder unrichtiges zu verbessern: denn auf diesem Gebiete kann jeder Tag neue sichere Belehrung bringen, und bringt fast jeder Tag eine neue haltlose Vermutung. Auf der anderen Seite gilt es, mitten in der Arbeit in Berührung zu bleiben mit der theoretischen und praktischen Rechtsdogmatik. Denn die rechtsgeschichtliche Forschung würde ihre Selbständigkeit aufgeben, sie würde in der Geschichtswissenschaft untersinken oder gar zum Anhängsel der Culturgeschichte werden, wenn sie sich nicht gegenwärtig hielte, dass sie zu einer praktischen Wissenschaft gehört und ihr dienen muss. Woher könnte mir aber ein stärkerer Antrieb kommen, an meinem Versuche weiter zu arbeiten, als durch die unerwartete Ehre meiner Aufnahme in die Akademie? Ich bin überzeugt im Sinne, wenn auch nicht im Geiste der Vertreter des geschichtlichen Rechsstudiums, welche ihr angehört haben, tätig gewesen zu sein, der Savigny, Rudorff und Bruns so gut wie der Eichhorn und Homeyer. Und wo könnte ich mir besser Belehrung, Anregung, Warnung bei weitverzweigten, dornichten Untersuchungen erbitten, als bei den Meistern der Geschichtsforschung und Altertumskunde, die ihr noch angehören?

Hrn. Pernice antwortete wieder Hr. Mommsen:

Wenn unsere Akademie bestimmt ist denjenigen Kreis der Wissenschaften zu pflegen, welcher nicht in der unmittelbaren Vorbereitung auf die Pflichten und die Kämpfe des Lebens, sondern in der Erkenntniss der grossen physischen und geistigen Erscheinungen und ihres inneren Zusammenhanges seinen Zweck findet, so schliesst sie damit die speciellen, der praktischen Rechtsbehandlung dienenden Zweige der Jurisprudenz aus, die Rechtswissenschaft selbst aber ein. Denn das Recht ist das ordnende Walten des Staats über den Interessen und den Leidenschaften der Individuen; die Grenzen aber des Rechts

und des Unrechts sind nicht die gleichen nach Zeiten und Völkern und der jedesmalige Stand der culturellen Entwickelung findet wie in der Rechtsbildung den sichersten und den allgemeinsten Ausdruck, so auch für die spätere Erkenntniss den sichersten Messer. Mit Grund haben Sie, geehrter College, es hervorgehoben, dass die Akademie auch thatsächlich zu allen Zeiten bemüht gewesen ist ausgezeichnete Rechtsforscher sich beizugesellen, und sie hat dies bei den diesjährigen Wahlen in hervorragender Weise gethan. Wir freuen uns in Ihnen den rechten Vertreter desjenigen Rechts gewonnen zu haben, welches denn doch trotz aller seiner Wandelungen das des römischen Volkes ist und bleibt. Wohl hat dieses Rechtssystem, dem von Haus aus die nationale Eigenart in schärfster Weise aufgeprägt war, indem es erst das Recht eines vielsprachigen Reiches, dann in seiner Wiederaufstehung, von dem Humanismus getragen, das gemeine Recht der neueren Culturvölker ward, gleichwie das Goldstück von Byzanz einen universalen Charakter angenommen, und diese beispiellose Höhe und Dauer der Entwickelung damit bezahlt, dass der feste Boden alles Rechts, die positive Satzung ihm fast entzogen worden ist. Die gegenwärtige Entwickelung der Rechtswissenschaft schlägt eine Richtung ein, welche die allgemeine Betrachtung nicht blos des gesetzten Rechts, sondern auch der rechtsbildenden Grundgedanken vielleicht mehr als billig an das römische Recht anlehnt. Es ist kaum ein Gewinn für das Recht der Gegenwart, wenn keine zur Zeit herrschende Rechtsanschauung als kanonisch gilt, wofern sie nicht auch bei Papinian nachgewiesen oder doch an Papinian angeknüpft wird; und es ist sicher ein Nachtheil für die Einsicht in das Recht der Vergangenheit, wenn die Gedanken anderer Kreise und anderer Zeiten aus dem römischen Recht heraus oder in dasselbe hineingelesen werden. In Ihnen ist das Bewusstsein lebendig, dass das römische Recht in der That das der Römer gewesen ist und nur im Zusammenhang mit dem Wesen des römischen Staats, der Republik wie des Caesarenreiches, als ein Theil der eigenartigen römischen Civilisation recht und voll begriffen werden kann; und in diesem Sinne haben wir Sie aufgefordert, sich als einer der Unsrigen an der gemeinschaftlichen Arbeit zu betheiligen.

Hr. BRUNNER hielt folgende Antrittsrede:

Die Akademie der Wissenschaften entspricht dem Willen ihres königlichen Stifters, der sie laut dem Stiftungsbriefe als eine »teutsch gesinnete Societät der Scienzien« schuf, indem sie regelmässig einen Vertreter des deutschen Rechtes und seiner Geschichte zu ihren Mitgliedern zählt, seit es eine Wissenschaft der deutschen Rechtsgeschichte

gibt. Sie hat einen der ersten Meister des Faches, Karl Gustav Homeyer den ihrigen genannt, der in seiner akademischen Antrittsrede heute vor 34 Jahren auf den Schöpfer der deutschen Rechtsgeschichte, auf Karl Friedrich Eichhorn als Vorgänger hinweisen konnte. So tritt denn durch Ihre Wahl die Aufgabe an mich heran auf einer Stelle zu wirken, wo vor mir Eichhorn und Homeyer gewirkt hatten. Den Mut, Ihrem Rufe bereitwillig und dankend Folge zu leisten, gewährt mir einerseits das Bewusstsein, dass es Ihnen ebenso ferne lag wie mir selbst, das Maass meiner Kräfte mit denen meiner Vorgänger vergleichen zu wollen und andererseits die Überzeugung, dass die Wissenschaft, der ich diene, seit den Tagen, da Eichhorn noch lebte und Homeyer in der Vollkraft seines Schaffens war, nicht stille gestanden, sich weitere Ziele gesteckt und Erfolge errungen hat, die ihr das Recht geben, auch fernerhin in dieser Körperschaft vertreten zu sein.

Der Fortschritt, den sie verzeichnen darf, ist fast ausschliesslich der schon von Eichhorn warm empfohlenen Vertiefung in die Specialuntersuchung zu danken, welche namentlich für die ältere Verfassungsgeschichte, für zahlreiche Rechtsquellen, für wichtige Privatrechtsinstitute und für die Geschichte des Rechtsganges zu neuen und festeren Ergebnissen und zu lebendigerer Anschauung gelangt ist. Dabei hat sich in den Bahnen der neueren Forschung eine allmähliche Schiebung vollzogen, indem zur Ausfüllung von Lücken, die man jetzt lebhafter wie früher empfindet, eine grundsätzliche Ausdehnung des Untersuchungsfeldes mehr und mehr in Angriff genommen wurde.

Unter den Rechtsquellen des deutschen Mittelalters ragen die Denkmäler des sächsischen Rechtes durch ihren literarischen Werth so bedeutsam hervor, dass sich die Forschung ihnen mit besonderer Vorliebe zuzuwenden pflegte. In Eichhorns deutscher Staats- und Rechtsgeschichte bildet für die Zeit nach Auflösung des fränkischen Reiches der Rechtsstoff der sächsischen Quellen den eigentlichen Brennpunkt der Darstellung. Homeyer hat sich die Herausgabe und Erläuterung des Sachsenspiegels und der verwandten Rechtsbücher zur Lebensaufgabe gemacht. Da den aussersächsischen Rechtsquellen ähnliche Sorgfalt und Beachtung nicht zu Theil wurden, gewann in der germanistischen Literatur das sächsische Stammesrecht einen grösseren Vorsprung, als dem ebenmässigen Ausbau der deutschen Rechtsgeschichte förderlich war, und blieben die Versuche nicht aus, die in sächsischen Quellen gewonnenen Ergebnisse einseitig zu verwerthen, das Recht des Sachsenspiegels vorschnell als gemeines deutsches Recht hinzustellen. Solche Einseitigkeit musste eine Gegenströmung erzeugen. Es wurde denn auch von berufenen Stimmen gegen die Überschätzung

des sächsischen, gegen die Vernachlässigung des aussersächsischen Quellenkreises Einsprache erhoben, es wurde die gesonderte Betrachtung, die gleichmässigere Berücksichtigung der verschiedenen Stammesrechte verlangt und in einzelnen schätzenswerthen Arbeiten methodisch durchgeführt, insbesondere auch die Bedeutung des fränkischen Rechtes kräftig betont und zur Geltung gebracht.

Selbstverständlich will die rechtsgeschichtliche Forschung nicht bei der gesonderten Betrachtung der Stammesrechte stehen bleiben. Diese darf ihr nur Mittel zum Zwecke, nicht Selbstzweck sein, soll nicht der von Eichhorn errungene Boden der deutschen Rechtsgeschichte aufgegeben, diese in eine Geschichte der einzelnen Stammes- und Landesrechte aufgelöst und das heutige deutsche Privatrecht in eine Statistik der Particularrechte zersetzt werden. Andrerseits darf uns aber die steigende Werthschätzung der dem fränkischen Rechte entstammenden Impulse unserer Rechtsentwickelung nicht verleiten in die Rolle, welche eine bekämpfte Richtung früher dem sächsischen Rechte zugewiesen hatte, nunmehr das fränkische Recht einzusetzen, etwa das ganze mittelalterliche Deutschland als ein einziges Rechtsgebiet, ein Gebiet nämlich des fränkischen Rechtes zu betrachten. Die deutsche Rechtsgeschichte soll ebensowenig zur fränkischen wie zur sächsischen Rechtsgeschichte herabgedrückt, sie kann auch nicht in unabhängige Darstellungen der Stammesrechte zersprengt werden. Es gilt vielmehr bei offenem Blicke für die örtliche Verschiedenheit der Rechtsbildung die zusammenhaltenden Fäden der Rechtseinheit nicht aus dem Auge zu verlieren und diese nicht sowol in einem einzelnen Stammesrechte als vielmehr über den einzelnen Stammesrechten zu suchen.

Die Thätigkeit, welche ich seit etwa zwanzig Jahren der Geschichte des deutschen Rechtes zuwenden konnte, bewegte sich vorwiegend auf dem Gebiete der aussersächsischen Quellen. Die Erstlingsarbeit war einer Frage der älteren Gerichtsverfassung meiner Heimat, des früheren Herzogthums Österreich gewidmet. Die Verfolgung von Problemen, die in dem Rahmen dieser Untersuchung nicht gelöst werden konnten, leitete mich in die Geschichte des fränkischen Rechtsgangs hinüber und führte mich wider Erwarten zu den lange vergeblich gesuchten geschichtlichen Keimen des Instituts der Schwurgerichte. Um der aufgefundenen Fährte nachzugehen wurde es nöthig, in die Quellen des altfranzösischen, des normannischen, altenglischen und niederländischen Rechtes einzudringen. Vereinzelte Arbeiten, welche der liebgewordenen Beschäftigung mit diesem Quellenkreise entsprangen, hatten nicht sowol die Tendenz rechtsvergleichender Studien, sie setzten sich nicht die Aufgabe, die gedachten Rechte als fremde Rechte mit dem einheimischen zu vergleichen, sondern sie verfolgten das Ziel, sie als Tochter-

rechte des fränkischen Rechtes für die deutsche Rechtsgeschichte zu verwerthen, deutschrechtliche Grundsätze, die in den fremden Rechtsquellen manchmal zu schärferer Ausprägung gelangten wie in den einheimischen, als solche klar zu stellen, und für Einrichtungen, die wir in jüngster Zeit aus den Tochterrechten entlehnt oder unter ihrem Einflusse fortgebildet, die nationalen Ausgangspunkte zu gewinnen.

Wol an jeden, der an einer deutschen Hochschule deutsches Recht zu lehren hat, tritt die Versuchung heran, sich mehr den dogmatischen wie den historischen Studien zuzuwenden. Naturgemäss fällt für die Lehrthätigkeit das geltende Recht mehr ins Gewicht wie die Geschichte des Rechtes. An der bevorstehenden Codificirung des bürgerlichen Rechtes will und muss auch das deutsche Recht neben dem römischen seinen wolbemessenen Antheil haben, soll das künftige Gesetzbuch keine Fehlgeburt werden. So darf es nicht Wunder nehmen, dass mancher Germanist, der von der Rechtsgeschichte ausgegangen, sich von ihr der Dogmatik zugewendet, um zu jener nicht wieder zurückzukehren. Mich lenkte eine dogmatische Arbeit über die Werthpapiere des heutigen Rechtes zur Betrachtung ihrer geschichtlichen Wurzeln. Als die daraus entstandenen Untersuchungen über die Geschichte der Order- und Inhaberpapiere und zur Rechtsgeschichte der römischen und germanischen Urkunde einen vorläufigen Abschluss erreicht hatten, waltete zunächst die Neigung vor, auf dogmatischem Gebiete fortzuarbeiten. Da erging ungefähr in den Tagen, als ich an dem Scheidewege stand, die Aufforderung an mich, an einem grösseren literarischen Unternehmen durch Abfassung eines mehrbändigen Handbuches der deutschen Rechtsgeschichte Theil zu nehmen. So ernstlich ich die Schwierigkeiten erwog, die es bei dem heutigen Stande der Disciplin zu überwinden gilt, um die anderthalbtausendjährige Entwickelung unseres Rechtes zu gewissenhafter Darstellung zu bringen, glaubte ich dennoch mich dieser Aufgabe, die einem schon früher erwogenen Plane entsprach, nicht entziehen zu dürfen, weil es im Interesse der Sache auf die Gefahr eines Misserfolges hin gewagt werden muss, die seit Eichhorn aufgetauchten Probleme und aufgespeicherten Resultate nach bestem Können zusammenzufassen. Um die Spannkraft und das Selbstvertrauen zu heben, deren ein solches Wagniss dringend bedarf, konnte mir wahrlich nichts willkommener sein, als die wolwollende Ermunterung meines Strebens, wie sie mir durch die Aufnahme in diese Körperschaft auf überraschende Weise zu Theil geworden ist.

Nach Hrn. BRUNNER hielt Hr. SCHMIDT seine Antrittsrede:

Als vor zwei Jahren das Andenken LEIBNIZ's in diesen Räumen gefeiert wurde, hat einer der HH. Secretare für die Akademie mit vollem Rechte das Verdienst in Anspruch genommen, dass sie »den grossen Gedanken der weltumfassenden und weltenbändigenden Sprachwissenschaft der realen Entwickelung näher geführt hat«. Auch hierin ist sie vom Geiste ihres Stifters beseelt. Alles Wissen seiner Zeit umspannend hat LEIBNIZ theils selbst, theils durch seine erfolgreichen Anregungen die Sprachkunde wesentlich erweitert und vertieft. Indem er die Miscellanea Berolinensia durch seine brevis designatio meditationum de originibus gentium ductis potissimum ex indicio linguarum eröffnete, in welcher er die Völker nach ihren Sprachen zu ordnen unternahm, wies er der von ihm gegründeten Gesellschaft der Wissenschaften einen Weg, der ihr zur via triumphalis werden sollte. Diese Akademie war es, welche durch Stellung einer Preisaufgabe HERDER's berühmte Abhandlung über den Ursprung der Sprache veranlasste. Und in unserem Jahrhunderte ist sie zum Mittelpunkte der auf eine neue unverrückbare Grundlage gestellten vergleichenden Sprachstudien geworden. Die drei ihrem Wesen nach so verschiedenen Männer, durch deren glückliches Zusammenwirken diese Wissenschaft begründet und als ebenbürtiges Glied dem Kreise der älteren Schwestern eingefügt ist, FRANZ BOPP, JAKOB GRIMM, WILHELM VON HUMBOLDT, haben dieser Akademie als Mitglieder angehört. Fünfundvierzig Jahre seiner epochemachenden Thätigkeit hat BOPP in ihrer Mitte verlebt. Auf seinen Sitz ist dann sein Schüler ADALBERT KUHN, der Begründer der vergleichenden Mythologie berufen. Nenne ich noch AUGUST FRIEDRICH POTT, THEODOR BENFEY, GEORG CURTIUS, welche die Akademie als auswärtige oder correspondirende Mitglieder sich angeschlossen hat, so benimmt mir der grosse Abstand, welcher die Leistungen jedes dieser Männer von den meinigen trennt, fast den Athem, wenn ich nun von mir selbst sprechen soll.

Müsste ich denken, dass Sie, hochverehrte Herren, als Sie mir die grosse Ehre erwiesen, mich in Ihren Kreis aufzunehmen, meine bescheidenen Arbeiten als vollwichtiges Äquivalent derselben betrachtet hätten, so würde mich Ihre Wahl als Äusserung eines unverdienten Wohlwollens mit tiefer Beschämung erfüllen. Ich kann ihr nur die Deutung geben, dass Sie die durch BOPP begründete Wissenschaft in Ihrer Gemeinschaft nicht unvertreten lassen, dass Sie dieser, nicht mir Ihre Anerkennung ausdrücken wollten. Und in diesem Sinne habe ich die Wahl mit freudigem, innigem Danke angenommen, von der Überzeugung durchdrungen, dass die indogermanische Sprachwissen-

schaft und die von Ihnen mit so ausgezeichnetem Erfolge gepflegte philologische Erforschung der einzelnen indogermanischen Litteraturen aus engem Anschlusse an einander beide den grössten Vortheil ziehen. Jeder Schritt vorwärts rückt naturgemäss die Sprachwissenschaft dem nicht völlig eingeweihten ferner. Um so mehr sollte man, was leider nicht immer geschieht, alles vermeiden, wodurch ihr Verständniss unnöthig erschwert wird. Denn es würde das grösste Unglück für sie sein, wenn sie sich die Theilnahme der Philologen verscherzte. Je schwieriger es heute zu Tage dem Einzelnen geworden ist, Philologie und Sprachwissenschaft gleichmässig zu beherrschen, desto mehr sind die Vertreter beider Richtungen darauf angewiesen, einander in die Hände zu arbeiten, damit nicht zu beiderseitigem Schaden der Zusammenhang gänzlich schwinde. Dass diese Akademie, welche Philologie und Geschichte durch grossartige Unternehmungen fördert, auch der Sprachwissenschaft ihre Fürsorge erhalten will, wird alle Jünger derselben mit Genugthuung erfüllen. Einen beflügelten Siegeszug, Jahr für Jahr neue Gebiete erobernd, wie ihn Bopp als Entdecker eines neuen Welttheils des Wissens vollführt hat, werden Sie von mir nicht erwarten. Dem kühnen Eroberer, welcher zunächst die beherrschenden Stellungen besetzt, folgt die Schaar der mit Karst und Pflug den neu gewonnenen Boden erschliessenden Colonisten, welche das ganze Land, soweit es überhaupt ertragfähig ist, besiedeln und durch ihre stille emsige Arbeit die Eroberung in dauernden Besitz verwandeln. Zu diesen bitte ich mich zu zählen.

Durch August Schleicher, dessen unvergleichliches Organisationstalent die geistvollen Funde seiner Vorgänger zu einem die ganze Laut- und Formenlehre der indogermanischen Sprachen umfassenden Gebäude zusammengefügt hat, bin ich in diese Studien eingeführt worden. Ihm meinen unvergänglichen Dank auch an dieser Stelle auszusprechen, halte ich um so mehr für meine Pflicht, als die heutige Generation der Sprachforscher, welche durchweg in Schleicher's Spuren wandelt, sich kaum noch bewusst ist, was sie diesem zum Schaden der Wissenschaft so früh abgerufenen hervorragenden Manne schuldet. Wesentlich ihm ist es zu verdanken, dass die Sprachforschung auf die Stufe einer exacten Wissenschaft gehoben ist. Seine Lehren im einzelnen haben im Laufe der Zeit das Schicksal aller menschlichen Lehren erfahren. Unvergängliche Richtschnur aber ist seine Forderung geblieben, dass die Sprachentwickelung überall auf feste unverbrüchliche Gesetze zurückgeführt werden müsse. Dieser, soweit es in meinen Kräften steht, nachzukommen ist bisher mein ernstes Streben gewesen und wird es hinfort bleiben. Von vornherein habe ich meine Thätigkeit auf das damals noch wenig gepflegte, heute im Mittelpunkte aller

vergleichenden Studien liegende Gebiet des Vocalismus gerichtet. Zunächst untersuchte ich die zahlreichen Worte, deren Vocale in verschiedenen Sprachen Verschiedenheit der Quantität oder der Qualität zeigen. Es gelang die scheinbar wirre Masse in mehrere grosse Gruppen zu sondern, welche je durch die gleichen lautphysiologischen Entwickelungen umgestaltet sind. Zu gleicher Zeit richtete ich mein Augenmerk auf die Verhältnisse der einzelnen Sprachen unseres Stammes zu einander und kam zu einem von der bisherigen Lehre abweichenden Ergebnisse. An Widerspruch hat es mir nicht gefehlt, doch kann ich mich des Erfolges freuen, dass die früher herrschende Auffassung dieser Verhältnisse von Jahr zu Jahr an Anhängern verloren hat. Auch Helfer, welche den positiven Theil meiner Untersuchung angenommen und auf anderen Gebieten weitergeführt haben, sind zu mir getreten, so dass ich hoffe, grundsätzlich das Richtige getroffen zu haben. Ein glücklicher Fund, den ich mir nicht als persönliches Verdienst anrechnen darf, da er gleichzeitig und unabhängig auch von Anderen gemacht wurde, erschütterte dann die bisherige Ansicht, dass der bunte Vocalismus der Europäer aus dem einfarbigen der Arier hervorgegangen sei, in ihren Grundfesten. Scharfsinnige Mitarbeiter halfen das alte Vocalsystem völlig einzureissen. Durch seinen Fall ist der bis dahin aufgeführte Bau der vergleichenden Formenlehre und Etymologie in fast allen Theilen rissig und brüchig geworden. Nun gilt es überall auszubessern und neu zu bauen. Soll die Katastrophe, welche wir in den letzten Jahren erlebt haben, nicht noch ein Mal hereinbrechen, so muss vor allen Dingen ein neues System des Vocalismus so sicher begründet werden, dass es den Bau der vergleichenden Grammatik, dessen nothwendige Grundlage es ist, tragen kann. In richtiger Erkenntniss dieses dringendsten Erfordernisses richten sich jetzt die Anstrengungen Vieler auf dies Ziel, so dass man fast sagen kann, dass heute die ganze vergleichende Grammatik in der Vocalforschung aufgegangen ist. Um hier erfolgreich zu sein, um in jedem einzelnen Falle aus den zahlreichen sich bietenden Möglichkeiten die einzige Nothwendigkeit herauszufinden, muss man stets das ganze grosse Gebiet unseres Sprachstammes im Auge haben. So hemmen den Fortschritt erhebliche Schwierigkeiten, und es war mir bisher nur möglich Vorarbeiten zu veröffentlichen, in welchen ich einige indogermanische Lautgesetze zu gewinnen und einige Dunkelheiten der Formenbildung zu erhellen versucht habe. Jede gelöste Schwierigkeit eröffnet die Aussicht auf neue zu lösende. Als Abschluss schwebt mir eine geschichtliche Darstellung des indogermanischen Vocalismus vor, welcher eine so weit, wie fester Grund zu finden ist, in vorgeschichtliche Zeit hinauf steigende geschichtliche Grammatik der

wichtigsten Sprachen unseres Stammes folgen soll. Die mir durch Sie verliehene Ehre wird mir ein neuer Sporn sein, alle Kraft zur Erreichung dieser Ziele anzuspannen.

Auf die Antrittsrede der HH. Brunner und Schmidt antwortete Hr. Curtius:

Unsere Leibniztage sind Annalen der Wissenschaft, und der anspruchslosen Feier geben ernste Gedanken Weihe und Bedeutung. Denn wir werden uns bewusst, dass die unserem Kreise Entrissenen nicht nur in ehrendem Andenken fortleben, sondern in lebendiger Nachwirkung gegenwärtig sind, indem frische Kräfte eintreten, um in ihrem Sinne die unterbrochenen Arbeiten aufzunehmen. Unsere Akademie ist stolz darauf, dass der Jüngeren Keiner seine Aufgabe als eine bis dahin verabsäumte bezeichnen kann, die Stetigkeit der Arbeit beruht aber darauf, das Jeder, an das Geleistete anknüpfend, neue Wege einschlägt, damit die Fackel, die dem Vorgänger entsunken ist, nicht nur brennend erhalten werde, sondern heller als zuvor das Gebiet des menschlichen Wissens beleuchte.

Sie haben, geehrte Collegen, Beide, mit der warmen Pietät, welche den echten Forscher kennzeichnet, an der Schwelle der Akademie den Männern gehuldigt, an deren Wirken Sie Sich anschliessen, wenn auch die Art des Anschlusses eine verschiedene ist.

Sie, Hr. College Brunner, bezeichnen Ihre Thätigkeit wesentlich als eine ergänzende.

Wie im hellenischen Alterthum, so begann auch für das Deutsche Mittelalter eine neue Aera der Forschung, als man anfing, in das Sonderleben der Volksstämme sich zu vertiefen. Auf beiden Gebieten erwuchs daraus auch eine doppelte Gefahr, dass nämlich nach Maassgabe der zuerst eröffneten Quellen ein Volksstamm ungerecht bevorzugt wurde, und zweitens, dass die Volksgeschichte ganz in Geschichte der Stämme sich zu zersetzen drohte.

Nachdem die Vernachlässigung der aussersächsischen Rechtsquellen schon vor Ihnen gerügt war, haben Sie, von einer Untersuchung über die Gerichtsverfassung Ihrer österreichischen Heimath ausgehend, durch den Gegenstand geleitet, Sich immer tiefer mit den Institutionen des fränkischen Reichs beschäftigt.

Damit betraten Sie ein Gebiet von internationaler Bedeutung, indem es sich dabei auch um die fränkischen Tochterrechte, das altfranzösische, normannische, altenglische und niederländische handelte; so dass ausser den Deutschen Engländer und Franzosen sich wetteifernd an den hier obwaltenden Problemen versuchten. Für eines

der wesentlichsten haben Sie in Ihrer Untersuchung über die Entstehung der Schwurgerichte die glückliche Lösung gefunden. Sie haben der von K. FR. EICHHORN begründeten Wissenschaft ein neues Rechtsquellengebiet erworben und Sich dabei in echt geschichtlichem Sinne von jeder neuen Einseitigkeit freigehalten und ebenso von derjenigen Richtung, welche über den örtlichen Rechtsverschiedenheiten die volksthümliche Rechtseinheit aufgiebt.

Sie haben Sich in Ihrem Buche zur Geschichte der Urkunden im römischen und fränkischen Reiche auch auf dem Gebiete der Diplomatik als hervorragender Kenner bewährt, und je mehr Ihre Forschungen durch umfassendes Quellenstudium und methodische Erzielung fester Resultate einen echt akademischen Charakter tragen, um so mehr heissen wir Sie mit froher Zuversicht als einen der Unsrigen herzlich willkommen.

Der Name JACOB GRIMM führt von den Rechtsalterthümern zu der Wissenschaft hinüber, als deren Vertreter Sie, Hr. College SCHMIDT, heute in unsern Kreis eintreten.

Sprachenkunde, mit Völkerkunde verbunden, ist unserer Akademie als ein Lebensberuf gleichsam mit in die Wiege gegeben worden. Die Sprachvergleichung ist aus ihrem Schooss hervorgegangen und keine junge Wissenschaft schien mit nüchterner Besonnenheit so rasch, wie sie, zu fester Methode und einer Reihe sicherer Ergebnisse gelangt zu sein. Man proclamirte den Stammbaum der Völker und Sprachen als den neu gewonnenen Anfang der Menschengeschichte von allen Kathedern und glaubte die aus der Urheimath wandernden Völker von Nation zu Nation begleiten zu können. Wir hatten wohl das Gefühl, dass hier Manches mehr vorausgesetzt als erwiesen sei, und gerade der Schüler BOPP's, den Sie als Ihren Meister ehren, hat in seinem kühnen Vordringen nach festen Thatsachen wohl manches Anfechtbare in seinen systematischen Bau eingefügt.

Eine Gegenströmung war nothwendig. Sie ist hier aber nicht in der Weise eingetreten, dass Einseitigkeiten abgestellt und neue Schachte im Bergwerke eröffnet wurden, sondern eine Umwälzung ist eingetreten, die Sie Selbst eine Katastrophe nennen, einem Erdbeben gleich, das die Wohnungen einstürzt, in denen wir behaglich gewohnt haben, und wenn Sie auch das Feld Ihrer Wissenschaft nicht als tabula rasa angesehen wissen wollen, so wird doch, wenn Alles brüchig ist, die Ausbesserung schadhafter Stellen hinter dem Neubau zurücktreten müssen.

In einer solchen Krisis, wie sie nach dem Tode BOPP's über seine Wissenschaft hereingebrochen ist, kann der Akademie nichts willkommener sein, als den Forscher in ihrer Mitte zu haben, welcher

an der Reformbewegung vor Andern betheiligt und der durch eine seltene Beherrschung fast des ganzen indogermanischen Sprachenstamms vorzugsweise gerüstet und berufen ist, sie mit besonnener Forschung zu festen Zielen zu führen. Sie haben in der Geschichte des Vocalismus einen neuen Mittelpunkt für die vergleichende Grammatik gefunden. Sie haben in Ihren Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der indogermanischen Sprachen für die Völker- und Sprachengeschichte neue Gesichtspunkte aufgestellt.

Die Erwartungen sind hoch gespannt und gehen durch weite Kreise.

Um so mehr erfreuen wir uns an Ihrem Vertrauen, auf diesem geheimnissvollsten Gebiete menschlicher Forschung, wo Philologie und Naturwissenschaft sich begegnen, wo das Verhältniss zwischen Volksthum und Sprache zur Entscheidung kommen soll, von den negativen zu positiven Resultaten unumstösslicher Gewissheit vorzudringen, denn es gründet sich auf den festen Glauben an den sichern Erfolg ernster und besonnener Forschung, der man sein Leben weiht.

Dass dies muthige Vertrauen in glücklichem Fortschritt Ihrer Arbeiten stetig wachse und der Wissenschaft bleibenden Ertrag bringe, das ist der aufrichtige Wunsch, mit dem ich Sie beim Eintritt in die Akademie herzlich begrüsse.

Darauf hielt Hr. Fuchs folgende Antrittsrede:

Der heutige Tag, an welchem ich zum ersten Male als ordentliches Mitglied an einer öffentlichen Sitzung der Königlichen Akademie der Wissenschaften Theil nehme, giebt mir die willkommene Gelegenheit, der Akademie für die hohe Auszeichnung zu danken, welche mir durch die Aufnahme in diesen Kreis der hervorragendsten Vertreter aller Zweige wissenschaftlicher Forschung zu Theil geworden. Ich schätze mich glücklich, in Vereinigung mit Männern, welche ich schon seit meinen ersten Schritten in den mathematischen Wissenschaften als Vorbilder und zum Theil als unmittelbare Lehrer verehrte, mich den Aufgaben dieser Akademie widmen zu können. Möge es mir vergönnt sein, durch die That das Vertrauen, welches die Akademie in mich gesetzt, zu rechtfertigen, insbesondere dadurch, dass ich auf den Wegen, welche ich eingeschlagen, Einiges für die Wissenschaft Erspriessliches erziele.

Meine ersten selbstständigen mathematischen Versuche bewegten sich auf den Gebieten der Zahlentheorie und desjenigen Theiles der Geometrie, welcher mit der Theorie der partiellen Differentialgleichungen zusammenhängt. Der grossen Mannigfaltigkeit ihrer Methoden verdankt

die Zahlentheorie die Eigenthümlichkeit, jedem der sich ihr widmet ein schätzenswerthes Geschenk mit auf den Weg geben zu können, auch wenn dieser Weg scheinbar weitab von den eigentlichen Zielen dieser Wissenschaft führt. So fand auch ich mich durch die Beschäftigung mit derselben gefördert, als ich durch die genannten geometrischen Studien zur Analysis übergeführt worden war, wo ich bald insbesondere der Theorie der Differentialgleichungen und der sich daraus ergebenden Functionen mein Interesse zuwandte.

In älteren auf Differentialgleichungen bezüglichen Forschungen betrachtete man zumeist die Integration solcher Gleichungen als vollendet, wenn es gelungen war, sie so umzugestalten, dass man auf dieselben sogenannte Quadraturen ausüben konnte. Wenn nun auch nicht geläugnet werden soll, dass die dahin zielenden Untersuchungen zu vielen bedeutsamen Resultaten geführt haben, so darf man jedoch nicht übersehen, dass einerseits die Zurückführung auf Quadraturen nur in den seltensten Fällen möglich ist, und dass diese andererseits in den Fällen, wo sie gelingt, über die Natur der Integrale der Differentialgleichungen nicht genügenden Aufschluss giebt. Die letztere Behauptung wird schon durch das einfache Beispiel der Differentialgleichungen, welchen die elliptischen Functionen genügen, bekräftigt, da hier die Quadratur unmittelbar gegeben, und doch erst die grosse von Abel und Jacobi ausgebildete Theorie der elliptischen Functionen erforderlich ist, um die Eigenschaften der Functionen zu ergründen, welche jene Differentialgleichungen befriedigen. — Wir fassen vielmehr die Aufgabe der Integration der Differentialgleichungen dahin auf, die Natur der Functionen zu kennzeichnen, welche denselben als Integrale genügen.

Tritt man nun an diese Aufgabe heran, so erkennt man sofort, dass hier, wie oft in der Wissenschaft, ein Erfolg nur durch Beschränkung zu erzielen möglich ist. Denn der weiteren Verfolgung der Eigenschaften, welche den Integralen aller Differentialgleichungen zukommen, wird bald dadurch eine Grenze gesetzt, dass es solcher Eigenschaften nur wenige giebt. In Wahrheit sind es eben die Singularitäten, die einer einzelnen Gleichung zukommen, welche die wesentliche Natur neuer Functionsclassen begründen. Es ist vielmehr die zunächst zu verfolgende Aufgabe, die Differentialgleichungen nach gemeinschaftlichen Merkmalen ihrer Integrale in Classen zu gruppiren und jede einzelne Classe einem gesonderten Studium zu unterziehen. — Bei der Aufsuchung gemeinsamer Merkmale, wonach eine solche Classe zu bilden ist, muss man natürlich bekannte Functionenkreise zu Hülfe rufen. So ist es eine Eigenthümlichkeit einer algebraischen Function, dass alle Wege der unabhängigen Variabeln für dieselbe nur eine

beschränkte Anzahl von Werthen hervorbringen. Eine Classe von Differentialgleichungen wird den algebraischen Gleichungen zwischen zwei Variabeln am nächsten stehen, wenn die durch alle Wege der unabhängigen Variabeln erzielten Integralwerthe durch eine beschränkte Anzahl von Elementen am einfachsten ausdrückbar sind. Diese Classe ist die der linearen Differentialgleichungen mit algebraischen Coefficienten, deren Integration im oben bezeichneten Sinne von mir unternommen wurde. Nachdem ich die Grundlagen der Theorie dieser Differentialgleichungen entwickelt, zeigte sich alsbald, dass dieselbe nicht nur auf bereits erforschte Gebiete der Analysis neues Licht werfe, sondern dass dieselbe auch zu neuen Problemen und Zielen hinzuführen geeignet sei. In der That hatte ich die Genugthuung, dass sich seit dem Erscheinen meiner ersten auf lineare Differentialgleichungen bezüglichen Abhandlungen eine grosse Anzahl von Mathematikern mit mir in dem Streben vereinigten, theils die Theorie der linearen Differentialgleichungen selbst fortzubilden, theils die mannigfachen durch diese Theorie hervorgerufenen functionentheoretischen Fragen zu erforschen.

Ein tieferes Eingehen auf die Natur der Functionen, welche den eben bezeichneten Differentialgleichungen genügen, veranlasste mich auch eine Classe von Functionen mehrerer Variabeln einzuführen, wovon die Abel'schen Functionen einen besonderen Fall bilden. Hier handelte es sich zunächst um die Frage, welcher Art diejenigen Functionen sind, welche in dem Jacobi'schen Umkehrungssatze die Stelle der algebraischen Functionen einnehmen dürfen, wenn die Umkehrbarkeit erhalten werden solle. Nachdem mir die Lösung dieser Frage und die Auffindung einer Eigenschaft der ersteren Functionen gelungen, welche für die neue Functionengattung eine ähnliche Grundlage bildet, wie das Abel'sche Theorem für die algebraischen Functionen, bleibt nun vor Allem noch das Problem zu lösen, die eingeführten Functionen mehrerer Variabeln analytisch darzustellen, für diese Functionen also dasselbe anzustreben, was für die Abel'schen Functionen von Hrn. Weierstrass und von Riemann geleistet worden ist. — Zu einem weiteren Forschen werde ich auch auf diesem Gebiete durch den glücklichen Umstand ermuthigt, dass meine Untersuchungen zu fruchtbaren Arbeiten anderer Mathematiker Anlass gegeben. So ist, angeregt durch das Studium meiner ersten Arbeiten auf diesem Gebiete, und ausgehend von der durch Umkehrung des Quotienten zweier Integrale einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung entstehenden Function, welche ich in diesen Arbeiten im allgemeinen Sinne einführte, nachdem ich besondere Fälle derselben in meinen Untersuchungen über lineare Differentialgleichungen schon früher behandelt hatte, Hr. Poincaré

dahin gelangt, die Integrale der linearen Differentialgleichungen auf ähnliche Weise darzustellen, wie man die Integrale algebraischer Functionen mit Hülfe der Abel'schen Functionen ausdrückt.

Hrn. Fuchs antwortete Hr. Auwers:

Als wir zu Anfang dieses Jahres Kenntniss davon erhielten, dass Sie, Hr. Fuchs, bereit seien, einen lieb gewordenen und fruchtbaren Wirkungskreis mit dem grössern Arbeitsfelde zu vertauschen, für dessen verstärkte Arbeitskräfte erfordernde Pflege unsere Universität Ihre bewährte Mitwirkung zu gewinnen wünschte, haben wir uns beeilt die Verbindung noch enger zu ziehen, in welche Sie bereits vor einigen Jahren zu der Akademie getreten sind, in der Überzeugung, dass die Continuität in einer würdigen und erfolgreichen Vertretung der Mathematik, deren die Akademie seit langer Zeit sich rühmen darf, nicht besser gesichert werden könnte als durch den Gewinn eines Forschers, der schon in verhältnissmässig früher Zeit dem mathematischen Königreich eine neue Provinz hinzugefügt und in der erfolgreichen Durchforschung und fruchtbringenden Aufschliessung derselben eine Lebensaufgabe gefunden hat, die schon reichen Gewinn der Wissenschaft zugeführt hat und noch reichern derselben verheisst.

So hat es uns dann zu aufrichtiger Freude gereicht, Sie mit der Übernahme des hiesigen wichtigen Lehramts sogleich auch als Mitglied in unseren Kreis eintreten zu sehen, in dessen Namen ich Sie heute feierlich begrüsse und herzlich willkommen heisse.

Zwei Jahrzehnte sind jetzt beinahe verflossen, seitdem Sie die allgemeine Aufmerksamkeit der Mathematiker auf Sich lenkten durch Ihre grundlegende Arbeit »Zur Theorie der linearen Differentialgleichungen, deren Coefficienten rationale Functionen einer Veränderlichen sind«. Bei der Ausführung dieser Arbeit brachten Sie zum ersten Male die Gesichtspunkte zur Geltung und dasjenige Princip zur Durchführung, welches Sie in den soeben vorgetragenen Darlegungen als die erste Bedingung eines wirklichen erheblichen Fortschrittes auf dem Gebiete der Theorie der Differentialgleichungen hinstellen. Wie sehr Ihre Anschauung in der Natur der Aufgabe begründet war, und wie richtig Sie den practischen Weg zu deren Befolgung gefunden und weiter gewiesen haben, zeigen nicht allein die weiteren Erfolge, welche Sie seitdem auf diesem Wege erlangt haben, sondern zeigt vor Allem auch der Eifer, mit dem in der Erkenntniss, dass ein neues fruchtbares Gebiet der Analysis erschlossen sei, eine nicht geringe Zahl anderer Mathematiker Ihnen auf demselben gefolgt ist, und mit

Ihnen gewetteifert hat, die neue Theorie in schneller Folge mit vielen wichtigen und schönen Ergebnissen zu bereichern.

Den methodischen Weg, auf welchem die specielle Durcharbeitung des grossen durch Ihre Theorie im Ganzen zugänglich gewordenen Stoffes mit Aussicht auf Erfolg vorgenommen werden kann, haben Sie in den eben gehörten Darlegungen gleichfalls kurz bezeichnet. Sie Selbst haben Ihre Forschung seit der Vollendung der grundlegenden Arbeit auf diejenigen Specialaufgaben concentrirt, auf welche dieser Weg hinführt, eine andauernde Einschränkung in Bezug auf die Objecte Ihrer mathematischen Arbeit, deren wir uns nur freuen dürfen, weil es Ihnen jedesmal gelungen ist, indem Sie die Frage scharf und richtig zu stellen verstanden, auch ein gesichertes neues Resultat für die Wissenschaft zu gewinnen, und weil der Zuwachs an neuer und wichtiger Erkenntniss, welchen dieselbe aus diesem Gebiet noch zu ziehen hoffen darf, noch unübersehbar ausgedehnt erscheint. Die Verallgemeinerung des Jacobi'schen Umkehrungsproblems, welche Ihnen unlängst geglückt ist, hat Sie aber sogar wiederum an die Grenze eines neuen und selbst verheissungsvollen Gebiets der Analysis geführt. Möge es Ihnen gegönnt sein, und mögen wir Zeugen dessen sein, dass Sie selbst diese Grenze überschreiten, und, indem Sie die unbekannten Functionen wirklich darstellen, deren Existenz Sie durch jene Verallgemeinerung nachgewiesen haben, den Besitzstand der Wissenschaft nochmals ansehnlich erweitern — jedenfalls bleibt Ihnen anlässlich jener schönen Entdeckung das seltenere und vielleicht noch höhere Verdienst, der Forschung Ihrer Zeitgenossen und Nachfolger neue Ziele gezeigt zu haben.

Darauf verlas Hr. Auwers folgenden Bericht über akademische Preise und Stiftungen:

1) Preis der Steiner'schen Stiftung.

In der öffentlichen Sitzung am Leibniz-Tage des Jahres 1882 hat die Akademie den Bestimmungen der Steiner'schen Stiftung gemäss die folgende Preisfrage gestellt:

»Die bis jetzt zur Begründung einer rein geometrischen Theorie der Curven und Flächen höherer Ordnung gemachten Versuche sind hauptsächlich deswegen wenig befriedigend, weil man sich dabei — ausdrücklich oder stillschweigend — auf Sätze gestützt hat, welche der analytischen Geometrie entlehnt sind und grösstentheils allgemeine Gültigkeit nur bei Annahme imaginärer Elemente geometrischer Gebilde besitzen. Diesem Übelstande abzuhelfen, gibt es, wie es scheint,

nur ein Mittel: es muss der Begriff der einem geometrischen Gebilde angehörigen Elemente dergestalt erweitert werden, dass an die Stelle der im Sinne der analytischen Geometrie einem Gebilde associirten imaginären Punkte, Geraden, Ebenen wirklich existirende Elemente treten, und dass dann die gedachten Sätze, insbesondere die auf die Anzahl der gemeinschaftlichen Elemente mehrerer Gebilde sich beziehenden, unbedingte Geltung gewinnen und geometrisch bewiesen werden können.

Für die Curven und Flächen zweiter Ordnung hat diess von Staudt in seinen »Beiträgen zur Geometrie der Lage« mit vollständigem Erfolge ausgeführt. Die Akademie wünscht, dass in ähnlicher Weise auch das im Vorstehenden ausgesprochene allgemeine Problem in Angriff genommen werde, und fordert die Geometer auf, Arbeiten, welche dieses Problem zum Gegenstande haben und zur Erledigung desselben Beiträge von wesentlicher Bedeutung bringen, zur Bewerbung um den im Jahre 1884 zu ertheilenden Steiner'schen Preis einzureichen. Selbstverständlich muss in diesen Arbeiten die Untersuchung rein geometrisch durchgeführt werden; es ist jedoch nicht nur zulässig, sondern wird auch ausdrücklich gewünscht, dass die erhaltenen Resultate auf analytisch-geometrischem Wege erläutert und bestätigt werden.«

Es ist eine Bewerbungsschrift rechtzeitig (am 27. Februar d. J.) eingegangen, welche das Motto trägt:

»Immer strebe zum Ganzen, und kannst Du selber kein Ganzes
Werden, als dienendes Glied schliess' an ein Ganzes Dich an.«

Die Arbeit hat einen bedeutenden Umfang, soll jedoch, wie in der Vorrede ausdrücklich bemerkt wird, die Lösung des von der Akademie gestellten allgemeinen Problems nur anbahnen, indem sie hauptsächlich bestimmt ist, zu zeigen, wie auf die in der genannten Staudt'schen Schrift für die Lehre von den imaginären Elementen geometrischer Gebilde entwickelten Principien eine rein geometrische, den von der Akademie gestellten Forderungen entsprechende Theorie der ebenen algebraischen Curven gegründet werden könne. Der Verfasser scheint aber schon früher, als er vielleicht von der Preisfrage noch keine Kenntniss hatte, mit Untersuchungen beschäftigt gewesen zu sein, die auf eine Weiterentwickelung der Staudt'schen Theorie hinzielten, und deren Ergebnisse er dann, als er an die Ausarbeitung der vorliegenden Abhandlung gieng, in dieselbe aufnehmen zu müssen geglaubt hat. Dadurch würde es sich erklären, dass ein grosser Theil des in sechs Abschnitte vertheilten Inhalts der Schrift dem eigentlichen Gegenstande der Preisfrage ziemlich fern liegt, was namentlich von dem zweiten Abschnitte gilt, der auf fast hundert

Quartseiten Auseinandersetzungen über quaternäre Zahlen, Quaternionen, Symmetral-Gleichungen u. dgl. enthält, welche für die Erledigung der bei der Theorie der algebraischen Curven hauptsächlich in Betracht kommenden Fragen ganz überflüssig sind. Nothwendigerweise hat aber diese Untereinandermengung heterogener Stoffe der Arbeit sehr geschadet und die Lectüre und Beurtheilung derselben ausserordentlich schwierig gemacht, indem es unmöglich ist, in ihr einen einheitlichen und consequent durchgeführten, die einzelnen Theile mit einander und dem Hauptthema verbindenden Gedankengang zu erkennen. Der Verfasser würde wohlgethan haben, wenn er nach Vorausschickung einer übersichtlichen Darstellung der Staudt'schen Theorie (Abschn. I) seine Untersuchung auf die (in Abschn. III und IV gegebene) Auseinandersetzung, wie eine Curve n-ter Ordnung mittels projectivisch auf einander bezogenen Curvenbüschel $(n-\nu)$-ter und ν-ter Ordnung erzeugt werden kann, und auf die Frage nach der Anzahl der gemeinschaftlichen Punkte zweier Curven beschränkt, diesen Theil seiner Arbeit aber, der kaum ein Drittel des Ganzen beträgt, so vollkommen wie möglich auszuführen sich bemüht hätte. Wäre ihm diess gelungen, so würde die Akademie keinen Anstand genommen haben, die Arbeit zu krönen. Aber wenn sie auch gern anerkennt, dass der Verfasser die wesentlichen Aufgaben der höheren synthetischen Geometrie richtig erkannt und zur Lösung derselben einen sehr beachtenswerthen Versuch gemacht hat, so muss sie doch aussprechen, dass seine geometrischen Betrachtungen und Deductionen, was Einfachheit, Klarheit und Strenge angeht, den Methoden der analytischen Geometrie noch allzusehr nachstehen. Der Verfasser würde ohne Zweifel diess selbst eingesehen haben, wenn er dem ausgesprochenen Wunsche der Akademie, dass die Bearbeiter der Preisfrage die erhaltenen Resultate auf analytisch-geometrischem Wege erläutern und bestätigen möchten, hätte entsprechen wollen.

Hiernach kann die Akademie die eingereichte Bewerbungsschrift nicht für preiswürdig erklären, ist aber durch dieselbe doch in der Ansicht bestärkt worden, dass die von ihr gestellte Aufgabe bei dem gegenwärtigen Stande der geometrischen Forschung mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden könne.

Die Akademie hat daher beschlossen, die vor zwei Jahren gestellte Steiner'sche Preisfrage in der oben reproducirten Fassung zu erneuern, mit der Modification jedoch, dass der am Schlusse ausgesprochene Wunsch nunmehr als Forderung hingestellt wird.

Die ausschliessende Frist für die Einlieferung der Bewerbungsschriften, welche in deutscher, lateinischer oder französischer Sprache verfasst sein können, ist der 1. März 1886. Die Bewerbungsschrift ist

mit einem Motto zu versehen und dieses auf dem Äussern des versiegelten Zettels, welcher den Namen des Verfassers enthält, zu wiederholen.

Die Ertheilung des Preises von 1800 Mark erfolgt in der öffentlichen Sitzung am Leibniz-Tage des Jahres 1886.

Die Akademie hat ferner den Statuten der Steiner'schen Stiftung gemäss den in diesem Jahre zu ertheilenden Preis Hrn. W. Fiedler, Professor am Polytechnikum zu Zürich, für seine verdienstvollen geometrischen Arbeiten zuerkannt.

2) *Preis aus dem Cothenius'schen Legat.*

Das Verhältniss der grünen Theile der Pflanzen zur Atmosphaere ist seit einem Jahrhundert fortgesetzt der Gegenstand eifriger Untersuchung gewesen. Man weiss, dass die kohlenstoffhaltigen Körper, welche den Leib der Organismen, der Pflanzen und Thiere, aufbauen, von jenen Körpern herstammen, die bei der Zerlegung der Kohlensäure unter Assimilation ihres Kohlenstoffes im Pflanzengewebe entstehen.

Unsere Kenntniss der organischen Bildungsvorgänge in der Pflanze weist hier aber noch eine Lücke auf. Wir kennen den Körper nicht, welcher bei der Fixirung des Kohlenstoffes im Lichte als das erste und unmittelbare Assimilationsproduct des Kohlenstoffes in den Pflanzen auftritt. Die mikroskopische und chemische Untersuchung der assimilirenden Pflanzengewebe hat zwar an den Orten, wo die Assimilation stattfindet, schon eine Anzahl gut gekannter Körper aufgefunden, Fette, Zucker, Stärke u. s. w., die hier nachweislich in Folge der Assimilation des Kohlenstoffes entstehen und sich anhäufen, allein es ist noch unentschieden, ob unter ihnen schon das erste Assimilationsproduct sich vorfindet und ob sie nicht alle nur spätere Umwandlungsproducte desselben darstellen, die im Stoffwechsel der Zelle aus dem ursprünglichen Erzeugniss der Assimilation hervorgehen. Für keinen derselben kann die Frage als erledigt betrachtet werden.

Ferner ist auch die Frage noch nicht entschieden, ob im photochemischen Zerlegungsacte der Kohlensäure bei verschiedenen Pflanzen nicht etwa verschiedene primäre Assimilationsproducte entstehen, oder ob, wie man jetzt annimmt, unter allen Umständen und in allen Pflanzen dasselbe gebildet wird.

Diese noch bestehende Unsicherheit in dem fundamentalen Vorgange der Pflanzenernährung, welcher zur Organisation des Kohlenstoffes und zur Bildung der organischen Materie führt, verlangt eine tiefere Zergliederung des Assimilationsvorganges der Pflanzen im Licht, als sie bisher erreicht ist. Doch erscheint der Gegenstand durch

die vorhergegangene Forschung in den letzten Jahren schon hinreichend geklärt und vorbereitet, um bei methodischer Inangriffnahme eine Lösung der wichtigen Aufgaben, die sich hier der empirischen Untersuchung bieten, zu versprechen, oder mindestens eine wesentliche Förderung derselben in Aussicht zu stellen.

Die Akademie wünscht daher in dieser Richtung neue selbstständige Forschungen anzuregen und stellt die Preis-Aufgabe:

> Durch geeignete experimentelle und chemische Untersuchungen über den Assimilationsvorgang der Pflanzen im Lichte und durch directen histologischen Nachweis in den Pflanzengeweben das primäre Assimilationsproduct des Kohlenstoffes in den Pflanzen aufzusuchen, dasselbe von seinen nächsten Umbildungsproducten im Stoffwechsel der Zelle zu unterscheiden und seine chemische Natur nachzuweisen.

Als Annäherung an die Lösung der Aufgabe wird es gelten, wenn die gegenwärtigen Vorstellungen über den Assimilationsvorgang der Pflanzen und das primäre organische Erzeugniss desselben durch Nachprüfung des bisher auf diesem Gebiete Geleisteten in exact durchgeführten Beobachtungs- und Untersuchungs-Reihen eine wesentliche und entschiedene Erweiterung oder Einschränkung finden sollten.

Die ausschliessende Frist für die Einlieferung der Bewerbungsschriften, welche in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache verfasst sein können, ist der 1. Januar 1887. Die Bewerbungsschrift ist mit einem Motto zu versehen und dieses auf dem Äussern des versiegelten Zettels, welcher den Namen des Verfassers enthält, zu wiederholen. Die Verkündigung des Urtheils und event. Ertheilung des Preises von 2000 Mark erfolgt in der öffentlichen Sitzung am Leibniz-Tage des Jahres 1887.

Ferner wurde über den

Preis der Diez-Stiftung

verkündet, dass der Vorstand den im laufenden Jahre zum ersten Male zur Vergebung gelangenden Preis von 2000 Mark Hrn. Prof. Pio Rajna in Florenz für sein Werk »*Le origini dell' epopea francese*« zuerkannt hat.

Zum Schluss las Hr. Scherer eine Gedächtnissrede auf das verstorbene Mitglied der Akademie, Hrn. Karl Müllenhoff. Dieselbe wird in den Abhandlungen der Akademie erscheinen.

Ausgegeben am 10. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1884.
XXXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

10. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Ewald las über Rudisten und Chamaceen aus den Neocom-Bildungen. Die Mittheilung wird später in den Sitzungsberichten erscheinen.

2. Hr. von Helmholtz legte die umstehend folgende zweite Fortsetzung seiner Studien zur Statik monocyklischer Systeme vor.

3. Hr. Dr. P. Güssfeldt hat einen Bericht über seine, theilweise mit Mitteln der Humboldt-Stiftung in den Monaten November 1882 bis März 1883 ausgeführte. Reise in den chileno-argentinischen Andes eingereicht, welcher vom Vorsitzenden vorgelegt wurde und in einem der nächsten Stücke zum Abdruck gelangen wird.



Studien zur Statik monocyklischer Systeme.

Von H. von Helmholtz.

Zweite Fortsetzung der Mittheilung vom 6. März d. J.

Kritisches.

In Bezug auf die kritischen Bemerkungen, welche Hr. R. Clausius der Königlichen Akademie unter dem 19. Juni d. J. mitgetheilt, freue ich mich, zunächst constatiren zu können, dass, soweit ich sehe, nicht die geringste Differenz zwischen mir und meinem Kritiker betreffs der Richtigkeit der von mir aufgestellten Sätze besteht, wenn man in dieselben nichts hineinträgt, als was ich durch dieselben auszusagen beabsichtigte, und wie ich meine, auch wirklich ausgesagt habe. Dass Hr. Clausius eine solche Differenz zu entdecken glaubte, kann ich mir nur durch die Verschiedenheit des Sinnes erklären, in dem der terminus: »stationäre Bewegung« von ihm selbst und von andern mathematischen Physikern gebraucht wird.

In der an die Spitze meines ersten Aufsatzes gestellten Worterklärung des von mir gewählten Namens der monocyklischen Systeme habe ich den genannten Ausdruck in dem Sinne gebraucht, wie es früher allein üblich war, wo man in der mathematischen Physik als stationär nur eine Bewegung bezeichnete, bei welcher an demselben Orte dauernd dieselbe Geschwindigkeit gleichartiger bewegter Theile sich findet. In diesem Sinne stationär ist die Bewegung eines rotirenden Kreisels oder der Strom reibungsloser Flüssigkeit in einem ringförmigen Canale. Hr. Clausius hat diesen zur bestimmten Bezeichnung eines wichtigen und sehr nothwendigen Begriffs viel gebrauchten Namen angefangen in einer erweiterten Bedeutung zu gebrauchen, statt einen neuen zu wählen, was im Interesse strenger wissenschaftlicher Sprache vorzuziehen gewesen wäre. Er nennt Bewegungen stationär, bei welchen der Mittelwerth der Geschwindigkeiten, Amplituden u. s. w. genommen für längere Zeiten constant bleibt. Also alle regelmässig periodischen Bewegungen, alle solche, die man als Superpositionen vieler periodischer Bewegungen von verschiedenen rationalen oder irrationalen Perioden betrachten könnte, auch u. a. die Bewegungen des Planetensystems mit seinen Störungen, sind ihm stationär; und

in diesem Sinne scheint er meine Definition gelesen und verstanden zu haben.

Es ist oft unmöglich, im Anfange eines Aufsatzes, der eine neue Gruppe von Vorgängen zusammenfassen soll, eine kurze Worterklärung zur vorläufigen Orientirung des Lesers in den bisherigen wissenschaftlichen terminis so zu fassen, dass sie genau dem entspricht, was gemeint ist, und was nachher strenger in der mathematischen Formulirung ausgesprochen wird. In solchen Fällen ziehe ich es vor die Worterklärung lieber etwas zu eng zu ziehen, als zu weit, da es für den Leser eine weniger unangenehme Enttäuschung ist, wenn er schliesslich etwas mehr erfährt, als ihm versprochen ist, denn umgekehrt. Und so ist auch diese meine an die Spitze gestellte Definition, wenn darin das Wort »stationär« in dem alten strengen Sinne genommen wird, etwas zu eng der Definition gegenüber, welche nachher in mathematischer Form gegeben wird; sie wäre aber allerdings zu weit, wenn das genannte Wort in dem Hrn. Clausius eigenthümlichen Sinne gemeint wäre, und dann wären in der That seine Einwände gegen die nachher in der mathematischen Formulirung des Problems vorgenommenen Einschränkungen theilweis gerechtfertigt.

Die Bestimmungen über die Art der Bewegungen, auf die sich meine Sätze beziehen, sind in mathematischer Formulirung gegeben, zunächst in Bezug auf ein allgemeineres mechanisches System, welches ich seitdem als polycyklisches bezeichnet habe, auf S. 166 und 167 meiner ersten Abhandlung unter Nr. 1 und 2. Da ein vollkommen drehrunder Kreisel sich mechanisch nicht anders verhält, als ein Körper mit zwei gleichen Hauptträgheitsmomenten, der um die Axe des ungleichen Moments rotirt, und die Bewegung des letztern nicht im strengen alten Sinne stationär ist, so habe ich die von mir gemeinten Bewegungen, auf die sich meine Sätze beziehen sollen, dadurch definirt, dass potentielle und actuelle Energie des Systems unabhängig sein sollen von einer Anzahl von Coordinaten $p_\mathfrak{b}$, welche zur vollständigen Bestimmung der Lage der Theile des Systems nothwendig wären, aber nur mit ihrem Differentialquotienten nach der Zeit

$$\frac{\partial p_\mathfrak{b}}{\partial t} = q_\mathfrak{b}$$

in die Werthe der genannten Theile der Energie eintreten. Dies wird bei den streng stationären Bewegungen offenbar immer der Fall sein; aber nicht immer werden Bewegungen, auf die die zuletzt gegebene Bestimmung passt, streng stationär sein. So würde z. B. die Bewegung eines Körpers mit zwei gleichen Trägheitsmomenten, der unter dem Einfluss der Schwere rotirt und Präcessionsbewegung ausführt,

miteingeschlossen sein unter die polycyklischen, aber nicht unter die streng stationären Bewegungen. Meine mathematische Formulirung der Aufgabe ist also noch etwas weiter als die Formulirung in Worten, die im Anfang meiner Arbeit gegeben ist. Dagegen wird eine Bewegung, wie die, welche Hr. Clausius auf S. 667 wählt, um die Unrichtigkeit meiner Gleichungen nachzuweisen, ausgeschlossen. Denn bei dieser wäre die lebendige Kraft jedes Punktes jedesmal Null, so oft er die Umkehrpunkte seiner Bahn erreicht hätte, dazwischen aber endlich. Ein solches Beispiel, was unter die von mir gegebenen Definitionen nicht passt, beweist natürlich nichts gegen die Richtigkeit meiner Sätze.

Ferner definire ich l. c. unter Nr. 2, was ich unter der Beschränkung auf die Statik des Systems verstehe. Änderungen im Zustand des Systems sollen nicht ausgeschlossen sein, aber sie sollen so langsam vorgehen, dass das System sich niemals merklich aus den Zuständen entfernt, in denen es dauernd beharren könnte. Da man es durch Regulirung der äussern Kräfte vollkommen in der Hand hat, diese Veränderungen mit beliebiger Langsamkeit vor sich gehen zu lassen, so sind dies vollkommen zulässige Annahmen, die die Art der zu behandelnden Probleme abgrenzen. Auch liegen genau dieselben Annahmen den sämmtlichen Sätzen, welche Hr. Clausius über die reversiblen Umwandlungen der Wärme aufgestellt hat, als stillschweigende Voraussetzungen zu Grunde, wie ich in (§. 1) meiner ersten Arbeit schon bemerkt habe.

Das Ziel endlich meines Aufsatzes ist gewesen, nachzuweisen, dass eine Classe von mechanisch vollkommen verständlichen Bewegungen besteht, bei der ähnliche Beschränkungen der Umwandlung von Arbeitsäquivalenten vorkommen, wie sie der zweite Hauptsatz für die Wärmebewegung ausspricht. Die Wärmebewegung tritt uns zunächst doch als eine Bewegung unbekannter Art entgegen, über die wir uns bisher meist nur sehr unbestimmte Vorstellungen machen können, abgesehen von dem einen in der kinetischen Gastheorie behandelten Falle. Es erscheint mir als ein vollkommen rationeller Weg, bei solcher Lage der Dinge nachzusehen, unter welchen allgemeinsten Bedingungen die bekannten allgemeinsten physikalischen Eigenthümlichkeiten der Wärmebewegung bei andern wohlbekannten Classen von Bewegungen vorkommen können. In diesem Sinne habe ich die Analogien, die sich zwischen dem Verhalten der Wärmebewegung und den von mir untersuchten monocyklischen Bewegungen finden, allerdings überall hervorgehoben, aber doch von Anfang an auch ausgesprochen (S. 159), dass die Wärmebewegung nicht im strengen Sinne monocyklisch sei. Ich habe demzufolge auch nirgends den Anspruch erhoben, »eine Erklärung« des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie gegeben zu haben.

Für den mir vorgesetzten Zweck fiel der Hauptnachdruck bei der Auswahl der heranzuziehenden Beispiele natürlich auf ihre vollständige mechanische Verständlichkeit.

Der Nachweis, dass Carnot's Gesetz zutreffen muss bei den für die Wärme vorausgesetzten Atombewegungen, ist, so weit ich sehe, vollständig bisher erst gegeben bei der kinetischen Gastheorie für Gase mit einatomigen Molekeln. Bei mehratomigen Molekeln muss die Annahme zu Hülfe genommen werden, dass die lebendige Kraft der inneren Molecularbewegung der lebendigen Kraft der fortschreitenden Bewegung proportional sei, und eine ganz ähnliche Hypothese führt Hr. Clausius für viel allgemeinere Fälle auch in Nr. 14 der von ihm citirten Arbeit von 1870 ein, der er den Titel gegeben hat: »Über die Zurückführung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie auf allgemeine mechanische Principien.« Er selbst erkennt die erwähnte Hypothese als solche an, indem er sie als »eine naheliegende Voraussetzung« bezeichnet.

Es wird dabei vorausgesetzt, dass die mittleren lebendigen Kräfte sämmtlicher stationär (im weiteren Sinne) bewegten Massenpunkte immer einander proportional wachsen, auch bei allen Änderungen der Umlaufszeit oder der übrigen Parameter ihrer Bewegung.

Weiter wird dann unter Nr. 15 desselben Aufsatzes der Factor T, welcher im Werthe des Differentials der inneren Arbeit vorkommt, und dem, was ich den integrirenden Nenner genannt habe, entspricht, als Temperatur interpretirt. Nimmt man Rücksicht auf die physikalische Bedeutung der Temperatur, so kann man sagen, es ist dies eine Ausdehnung der vorher für einen Körper gemachten Hypothese, auf verschiedene in Temperaturgleichgewicht befindliche Körper. Der übrigens sehr interessante und für eine künftige Vollendung der Wärmetheorie wichtige Satz, den Hr. Clausius in jener Arbeit wirklich erwiesen hat, ist, dass für eine gewisse Classe von Bewegungen die mittlere lebendige Kraft integrirender Nenner für die Zunahme der innern Arbeit sei. Die Gruppe der Bewegungen, für welche er das vollständig beweist, ist nach einer Seite hin allgemeiner, als die von mir behandelte, denn sie ist nur als stationär im weiteren Sinne angesehen. In anderen Beziehungen ist sie enger, da vorausgesetzt ist, erstens dass die mittleren Perioden aller einzelnen Bewegungen aus unbekannt bleibenden Gründen gleich gross sind und bei eintretenden Änderungen immer gleich gross bleiben; zweitens dass die Kräfte, die auf jedes einzelne Molekel wirken, nur von der Art sind, wie sie von ruhenden anderen Körpern ausgehen können. Diesen beiden letzteren Einschränkungen unterliegen meine Sätze nicht.

Ich bitte um Verzeihung, dass ich diese Thatsachen constatire, da der erste Absatz des S. 664 in dem Aufsatz meines Kritikers einem nicht

genau orientirten Leser leicht den Eindruck machen könnte, als wäre mein Aufsatz nur eine abgeschwächte Wiederholung dessen, was Hr. Clausius schon vor vierzehn Jahren besser und vollständiger geleistet hätte.

Nachträge.

Ich benutze die Gelegenheit, um hier noch nachzutragen, was ich bei der Ausarbeitung meiner Studien für das Journal für reine und angewandte Mathematik Bd. 97 Heft 2 zu verbessern und zu erweitern im Stande gewesen bin.

Zu §. 4 und §. 7. Was ich in meinem zweiten Aufsatze in §. 7 als »reine Bewegungskoppelung« definirt habe, kann auch definirt werden als die Bedingung dafür, dass das gekoppelte System überhaupt monocyklisch sei, und die entsprechenden Bedingungen finden sich dann auch für die Fesselung der verschiedenen Bewegungen eines polycyklischen Systems an einander, wenn dasselbe in ein monocyklisches verwandelt werden soll. Die allgemeine Bedingung ist die, dass die neue Entropie σ eine Function der s_b werde, welche im Allgemeinen von den p_a unabhängig ist.

Zu §. 6. S. 174 ist ein Irrthum zu corrigiren. Bei Scheidung der verschiedenen Fälle ist immer a statt $(a+1)$ zu setzen.

Im Falle $a < b$ kann dieselbe Form, wie für $a \geq b$ gewonnen werden, wenn man das F als eine willkührliche Function der in Gleichung 6c vorkommenden F_c ansetzt.

Die lebendige Kraft wird immer integrirender Nenner sein müssen, wenn die Constanten der Gleichung $\sigma = F_s$ nur Raumgrössen, keine Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und andere von Differentialquotienten nach der Zeit abhängige Grössen enthalten und in die Gleichungen einführen, welche die Verhältnisse der einzelnen s_b zu einander aussprechen. Ich habe solche Verbindungen dem entsprechend rein kinematische Verbindungen genannt.

Endlich lässt sich nachweisen, dass in Fällen, wo die den einzelnen q_b zugehörigen Trägheitsmomente willkührliche Vergrösserung erleiden können, ohne die Art der Verbindung zu ändern, also z. B. bei allen Systemen, welche nur rotirende Rotationskörper und Ringströme ohne Reibung enthalten, die lebendige Kraft integrirender Nenner für jede monocyklische Bewegung bleiben muss.



Die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch Eisen, Cobalt und Nickel.

Von A. Kundt
in Strassburg i. E.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz am 19. Juni [s. oben S. 654].)

Hr. Kerr hat gefunden,[1] dass die Polarisationsebene des Lichtes, welches von dem spiegelnden Pol eines Elektromagneten normal reflectirt wird, eine Drehung erleidet. Die Richtung der Drehung ist derjenigen des magnetisirenden Stromes, und mithin derjenigen der Ampère'schen Molecularströme des Magneten entgegengesetzt. Sodann hat Kerr die Reflexion des Lichtes an der spiegelnden Seitenfläche eines Magneten untersucht. Er fand, dass auch hier eine Drehung der Polarisationsebene auftritt, wenn der Elektromagnet erregt oder unmagnetisirt wird. Die Erscheinungen sind aber ziemlich complicirt.

Geradlinig polarisirtes Licht, welches unter irgend einem Incidenzwinkel von einem Metall reflectirt wird, behält seine Polarisationsebene nur in den Fällen, in denen diejenige des einfallenden Lichtes mit der Einfallsebene zusammenfällt oder senkrecht zu derselben steht. In allen anderen Lagen der Polarisationsebene wird das reflectirte Licht elliptisch. Kerr beschränkt seine Untersuchungen daher auf die beiden ersten Fälle. Er findet, dass beim Erregen des Magneten, wenn vorher der polarisirende und analysirende Nicol gekreuzt waren, eine Erhellung des Gesichtsfeldes auftritt, welche er auffasst als eine durch die Magnetisirung erzeugte Drehung der Polarisationsebene.

Die Richtung und der Betrag dieser Drehung hängen nicht blos vom Einfallswinkel ab, sondern sind auch verschieden je nachdem die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes (lange Diagonale des

[1] Phil. Mag. 1877. V. Ser. Vol. III. p. 321—343 und 1878. Vol. V. p. 161—177.

Querschnittes eines Nicol'schen Prismas) in oder senkrecht zur Einfallsebene liegt.

Ist das Licht in der Einfallsebene polarisirt, so ist die Richtung für alle Einfallswinkel die gleiche und zwar entgegengesetzt derjenigen der Ampère'schen Molecularströme des reflectirenden Magneten.

Liegt die Polarisationsebene senkrecht zur Einfallsebene, so ist bei Einfallswinkeln von 0 bis etwa 80° der Sinn der Drehung demjenigen der Ampère'schen Ströme gleich, bei Incidenzen von 80° bis 90° den Letzteren entgegengesetzt gerichtet. Der Betrag der Drehung ist im einen wie im anderen Fall beim Einfallswinkel von etwa 65° ein Maximum.

Auch bei schiefer Incidenz des Lichtes auf die spiegelnde Polfläche eines Elektromagneten wird eine Drehung beobachtet; der Sinn der Drehung ist aber nach Kerr, soviel ich aus seinen Angaben entnehmen kann, für alle Incidenzen der gleiche, den Molecularströmen entgegengesetzte, mag die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes in oder senkrecht zu der Einfallsebene liegen.

Bei allen Versuchen des Hrn. Kerr ist die Grösse der Drehung sehr gering, sie beträgt günstigenfalls nur wenige Minuten, und Kerr hat daher auch keine Messungen angestellt, sondern nur den Betrag der Drehung in den verschiedenen Positionen schätzend verglichen und den Sinn derselben festgestellt.

Ich habe vor etwa zwei Jahren die Kerr'schen Versuche wiederholt. Meine Versuche bestätigten alle Angaben des Hrn. Kerr vollständig, mit der einen Ausnahme, dass ich auch bei Reflexion an der Polfläche bei einer Incidenz von etwa 80° eine Umkehr im Sinne der Drehung erhielt, wenn die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes und die Einfallsebene senkrecht zu einander waren. Diese Umkehrung scheint Hrn. Kerr entgangen zu sein. Sodann gelang es mir alle Erscheinungen bei der Reflexion an den Seiten- wie an den Polflächen der Magnete unter einheitliche Gesichtspunkte zu bringen, von welchen aus vielleicht eine Erklärung derselben sich ergiebt.

Dass bei senkrechter Incidenz auf die Polfläche eines Elektromagneten eine Drehung der Polarisationsebene statthat, ist übrigens auch von Gordon[1] bestätigt worden. Derselbe erhielt beim Umkehren des magnetisirenden Stromes 26′ 45″ Drehung.

Sodann hat Hall[2] gezeigt, dass auch bei Reflexion von Cobalt und Nickel, wenn dieselben den Pol eines Magneten bilden, eine Drehung der Polarisationsebene entgegen dem Sinne des magnetisirenden Stromes

---

[1] Gordon: Physical treatise of Electricity and Magnetism. vol. II. p. 261.

[2] Phil. Mag. 1881. V Series vol. XII. p. 171.

eintritt. Es mag hier gleich hinzugefügt werden, dass Hall auch bereits untersucht hat, ob die Polarisationsebene von Licht, welches durch eine sehr dünne durchsichtige Schicht von Ni hindurchgeht, gedreht wird. Die durchsichtige Schicht wurde nach der Angabe von Wright[1] durch Zerstäuben einer Nickelelektrode in einem Geissler'schen Rohr erhalten. Hall untersuchte zwei Nickelspiegel, konnte aber keine Drehung constatiren, und bemerkt:

Both these experiments on direct transmission have been, we may say, quite negative.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass Fitzgerald eine theoretische Erklärung der Drehung an Magneten zu geben versucht hat. Ich werde weiter unten die Fitzgerald'sche Theorie kurz angeben und zeigen, dass dieselbe mit den Beobachtungen in Widerspruch ist.

Ich habe nun in neuester Zeit die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene bei Reflexion an Eisen, Cobalt und Nickel messend verfolgt, und meine früheren Versuche und damit die Kerr'schen vollständig bestätigt. Nachstehend gebe ich eine kurze Übersicht der erhaltenen Messungsresultate.

Es ist mir aber gelungen noch nach einer andern Richtung hin die Kerr'schen Versuche erheblich zu vervollständigen. Nachdem ich mir nämlich dünne durchsichtige Schichten von Eisen, Cobalt und Nickel hergestellt hatte, habe ich die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes beim Durchgang durch diese Schichten untersucht.

Es ergab sich:

Durchsichtige Schichten von Eisen, Cobalt und Nickel drehen im magnetischen Feld die Polarisationsebene von durchgehendem Licht sehr stark. Die Drehung ist bei Eisen für die mittleren Strahlen des Spectrums über 30000 mal grösser als bei Glas von gleicher Dicke. Die Drehung erfolgt bei allen drei Substanzen im Sinne des magnetisirenden Stromes.

Nach einigen kurzen Bemerkungen über die benutzten Spiegel und durchsichtigen Metallschichten gebe ich im Folgenden zunächst Beobachtungen über die elektromagnetische Drehung beim Durchgang durch die Metalle, sodann meine Versuche über die Drehung bei Reflexion des Lichtes an denselben. Eingeschaltet und hinzugefügt sind an geeigneten Stellen allgemeinere Discussionen über die Versuche und die sich aus ihnen ergebenden Folgerungen.

---

[1] Silliman's Journal Jan. 1877 p. 49 und Sept. 1877 p. 169.

1.

Die benutzten Spiegel und die durchsichtigen Metallschichten.

Bei den Versuchen über Reflexion habe ich anfangs kreisrunde Stahlspiegel von 35^{mm} Durchmesser und 6^{mm} Dicke von sehr hoher Politur benutzt. Die Spiegel wurden entweder zwischen die Pole gebracht, dort entsprechend befestigt oder seitlich an die die Pole verbindenden Anker angelegt. Etwaige Durchbiegungen derselben wurden untersucht, indem man die Bilder, welche die Spiegel gaben, mit einem Fernrohr beobachtete. Als gespiegelte Objecte wurden horizontale und verticale Millimeterscalen benutzt. Die kleinen Verzerrungen und Verschiebungen der Spiegelbilder beim Erregen des Magneten liessen die Durchbiegungen oder Änderungen in der Lage der Spiegel erkennen. Bei den Versuchsreihen mit solchen Spiegeln, die später angegeben werden, waren mit Scala und Fernrohr keine Verzerrungen zu constatiren, durch welche die beobachteten optischen Effecte hätten erklärt werden können.

Dann habe ich Spiegel verwendet, welche aus Spiegelmetall bestanden und welche mit einer dünnen Schicht Eisen oder Nickel galvanoplastisch überzogen wurden. Endlich kam ich dazu, Spiegelglasplatten mit ganz dünnen durchsichtigen Eisenschichten galvanoplastisch zu belegen.

Soll ein Metall galvanoplastisch auf eine Glasfläche niedergeschlagen werden, so muss zunächst die Glasfläche leitend gemacht werden. Ich versuchte, Spiegelglas auf die bekannte Weise zu versilbern und das Eisen auf diese Silberschicht abzulagern. Bisher haben diese Bemühungen zu keinem Resultate geführt. Sobald der Strom geschlossen wurde und Eisen oder ein anderes Metall sich auf dem Silber aus der Flüssigkeit abzulagern begann, löste sich die Silberschicht in Fetzen von dem Glase ab. Bei sehr guter Versilberung und bei richtig gewählter Stromdichte mag es vielleicht doch gelingen, das Silber galvanoplastisch zu überziehen, wenigstens habe ich kleinere Stücke versilberten Glases einige Male verkupfern können. Ich habe diesen Weg zunächst verlassen, da sich ein bequemerer bot. Hr. König in Paris benutzt für die bei seinen akustischen Apparaten verwendeten rotirenden Spiegel ein Spiegelglas, auf dessen einer Fläche eine ganz dünne, sehr schön spiegelnde Platinschicht eingebrannt ist. Die Platinschicht ist so dünn, dass sie sehr gut durchsichtig ist. Ob dieselbe völlig cohärent ist, mag dahingestellt sein, jedenfalls ist sie leitend genug, um sie als Elektrode zu benutzen und auf ihr ein

anderes Metall in spiegelnder, beliebig dünner Schicht niederzuschlagen. Das Platin absorbirt alle Farben ziemlich gleichmässig.

Ich habe Eisen nach dem Verfahren von Varrentrapp[1] niedergeschlagen; Cobalt und Nickel aus schwefelsaurem Cobalt- und Nickeloxydul-Ammoniak. Die Concentration der Lösungen muss je nach der Dicke, die man den Schichten geben will, gewählt werden, ebenso die Stromdichte. Einzelne der Eisen- und Nickelspiegel habe ich dann noch wieder mit spiegelnden Schichten von Gold, Silber oder Kupfer überzogen. Die Metallschichten kann man leicht so dünn erhalten, dass dieselben und das Platin zusammen noch durchsichtig sind.

Einfallendes weisses Licht ist nach dem Durchgang durch Eisen braun, durch Cobalt grau, durch Nickel grau mit einem Stich ins Blaue. Die Oberflächen der niedergeschlagenen Schichten sind gewöhnlich sehr gut spiegelnd; doch scheint die physikalische Beschaffenheit verschiedener Spiegel ziemlich variabel zu sein. Vielleicht werden die Metalle in einzelnen Fällen krystallinisch ausgeschieden. Schneidet man aus einem Eisenspiegel einen länglichen Streifen, so kann man denselben leicht durch Streichen mit einem Magneten zu einem permanenten Magneten machen. Die Coercitifkraft des galvanisch niedergeschlagenen Eisens ist, wie bekannt, ziemlich erheblich.

Man kann also einen durchsichtigen permanenten Eisenmagneten und ebenso durchsichtige Magnete von Cobalt und Nickel herstellen.

An einen Coconfaden aufgehängt stellen sich diese durchsichtigen Magnete unter dem Einfluss des Erdmagnetismus ganz gut in den magnetischen Meridian.

Ich hoffe mich mit dem Verhalten dieser sehr dünnen durchsichtigen Magnete später noch weiter beschäftigen zu können.

2.

Drehung der Polarisationsebene beim Durchgang des Lichtes durch Eisen, Cobalt und Nickel.

Für die Versuche wurde ein Ruhmkorff'scher Elektromagnet bekannter Construction benutzt. Die mit dem Draht umwickelten Eisenkerne waren mit conischen, vorn abgerundeten, durchbohrten Polstücken versehen. Diese Pole wurden auf etwa 4^{mm} einander genähert. Den Strom lieferte eine Gramme'sche Maschine. Die Intensität desselben betrug ungefähr 16 Ampère. Die zu untersuchenden mit dem Metallüberzug versehenen Glasplatten wurden mit einem passenden Halter, der horizontale und verticale Verschiebung und Drehung

[1] Muspratt's Chemie. Bd. II. S. 1200.

erlaubte, möglichst senkrecht zur Richtung der durchgehenden Lichtstrahlen in die Mitte zwischen die Pole gebracht. Benutzt wurde immer Sonnenlicht.

Um die Drehung durch die Eisen-, Cobalt- und Nickelschichten zu erhalten, wurde eine Stelle eines Glasstückes, welche beim galvanoplastischen Niederschlag nicht mit Metall überzogen war, verglichen mit einer Stelle, welche mit einer Schicht der Metalle bedeckt war, indem erst die Drehung durch Glas und Platin bestimmt wurde und dann die Drehung durch Glas, Platin und Eisen, Cobalt oder Nickel. Es ergab sich übrigens, dass die dünne Platinschicht keine messbare Drehung erzeugte, so dass eine Stelle eines Glases mit Metallüberzug verglichen werden konnte mit einer Stelle desselben Glases von dem mittelst Säure der galvanoplastische Überzug und das Platin weggewischt war. — Da bei der Drehung durch Glas und Platin allein, so wie durch die mit Fe, Co oder Ni belegten Stücke eine ziemlich starke Farbendispersion auftrat, wurde in den zunächst folgenden Versuchen auf den Übergang zwischen Blau und Roth eingestellt, also die Drehung für die mittleren Strahlen des Spectrums bestimmt. Als Drehung ist im Folgenden, wenn nichts Besonderes hinzugefügt ist, immer die Summe der Drehungen nach der einen und anderen Seite, welche bei Umkehrung des Stroms eintritt, angegeben. Die Drehung im Sinn der Ampère'schen Ströme ist ferner als positive, diejenige im entgegengesetzten Sinn als negative bezeichnet.

Eisen.

Eisenspiegel Nr. 1. Braun durchsichtig.

Drehung durch Glas und Platin bei Umkehr des Stroms	+ 1° 0′
durch Glas, Platin und Eisen	+ 4° 30′
Drehung durch Eisenschicht	+ 3° 30′

Eisenspiegel Nr. 2. Sehr dünn, ganz hellbraun durchsichtig.

Durch Glas und Platin	+ 1° 30′
durch Glas, Platin und Eisen	+ 2° 24′
Drehung durch Eisen	+ 0° 54′

Eisenspiegel Nr. 3.

durch Glas und Platin	+ 1° 42′
durch Glas, Platin und Eisen	+ 3° 48′
Drehung durch Eisen	+ 2° 6′

Eisenspiegel Nr. 4.

Nachdem dieser Spiegel mit einer ziemlich hell durchsichtigen Eisenschicht überzogen war, wurde auf die eine Hälfte nochmals eine

Schicht niedergeschlagen, so dass diese Hälfte dunkelbraun durchsichtig war. Von einem Theil der Glasplatte wurde dann Eisen und Platin entfernt.

Drehung durch Glas allein	+ 2° 12′
durch Glas, Platin, dünne Eisenschicht	+ 3° 42′
durch Glas, Platin, dicke Eisenschicht	+ 5° 54′
Drehung durch dünne Eisenschicht	+ 1° 30′
» » dicke »	+ 3° 42′

Wie schon bemerkt, ist die Drehung durch die Platinschicht nicht messbar.

Cobalt.

Cobaltspiegel Nr. 1.

Drehung durch Glas und Platin	+ 1° 18′
durch Glas, Platin und Cobalt	+ 2° 36′
Drehung durch Cobalt	+ 1° 18′

Cobaltspiegel Nr. 2. Sehr hell durchsichtig.

Drehung durch Glas und Platin	+ 1° 30′
durch Glas, Platin und Cobalt	+ 2° 34′
Drehung durch Cobalt	+ 1° 4′

Cobaltspiegel Nr. 3. Von demselben Spiegel wie Nr. 2 geschnitten.

Drehung durch Glas und Platin	+ 1° 30′
durch Glas, Platin und Cobalt	+ 2° 30′
Drehung durch Cobalt	+ 1° 0′

Die beiden Spiegel hinter einander gelegt liessen noch hinreichend Licht durch. Es ergab sich als Gesammtdrehung der beiden Cobaltschichten die Summe der einzelnen Drehungen, nämlich

Cobalt 2 und Cobalt 3	+ 2° 5′

Cobaltspiegel Nr. 4.

Drehung durch Glas und Platin	+ 1° 3′
durch Glas, Platin und Cobalt	+ 3° 1′
Drehung durch Cobalt	+ 1° 58′

Nickel.

Ich gebe Beobachtungen an zwei guten homogenen Spiegeln.

Nr. 1.

Drehung durch Glas und Platin	+ 1° 26′
durch Glas, Platin und Nickel	+ 2° 5′
Drehung durch Nickel	+ 0° 39′

Nr. 2.

Drehung durch Glas und Platin	$+ 1^\circ 35'$
durch Glas, Platin und Nickel	$+ 2^\circ 24'$
Drehung durch Nickel	$+ 0^\circ 49'$

Es kann nun die Frage entstehen, ob die für Fe, Co und Ni angegebenen Drehungen wirklich durch diese Substanzen hervorgerufen werden, oder ob die Beobachtungen auf andere Weise zu erklären sind. Da bei den Versuchen nach einander eine mit magnetischem Metall und eine nur mit Platin belegte Stelle zwischen die conischen Magnetpole gebracht wurde, so könnte man etwa meinen, dass die Intensität des magnetischen Feldes zwischen den Polen in beiden Fällen eine verschiedene sei, und dadurch die Differenz der Drehung erzeugt würde. Ich habe mich durch die mannigfachsten Versuche überzeugt, dass, selbst wenn grössere Eisenmassen in das Feld gebracht wurden, weder die Drehung der Eisenspiegel noch die irgend eines Glasstückes merklich geändert wurde.

Man könnte ferner meinen, dass die dünne, stark magnetische Eisenschicht, welche dem Glase eng anliegt, irgend einen besondern, unbekannten Einfluss auf das Drehvermögen des Glases ausübe und die beobachtete Differenz in den Werthen der Drehung bei Belegung mit Eisen und ohne diese Belegung auf einen solchen Einfluss zu schieben sei. Um hierüber zu entscheiden, brachte ich zwischen die Pole ein enges Gefäss mit planen Glaswänden, gefüllt mit Schwefelkohlenstoff, stellte in dies hinein den Theil eines platinirten Glasstückes, welches nicht mit Eisen überzogen war, und bestimmte die Drehung, welche das ganze System erzeugte. Dann wurde ein Theil des Platinspiegels, welcher mit Eisen überzogen war, in die Flüssigkeit gesteckt und abermals die Drehung bestimmt.

Es ergab sich im ersten Fall eine Drehung	$+ 11^\circ 25'$
im zweiten	$+ 12^\circ 27'$
also Differenz	$+ 1^\circ\ 2'$

Wurde das Glas mit Platin ohne Benutzung des Schwefelkohlenstoffgefässchens zwischen die Pole gebracht, so ergab sich eine Drehung

	$+ 1^\circ 11'$
die oben benutzte Stelle desselben Spiegels mit Eisen gab	$+ 2^\circ 13'$
also Differenz	$+ 1^\circ\ 2'$

genau wie oben.

Es ist mithin die Drehung des Schwefelkohlenstoffs, welcher doch dem Eisen so eng anliegt, wie das Glas, durch ersteres gar nicht beeinflusst, man kann also auch nicht umhin anzunehmen, dass die Differenz $1^\circ 2'$ in beiden Fällen durch die Drehung im Eisen erzeugt ist.

3.

Die Dispersion der Drehung, das specifische Drehvermögen und die circulare Doppelbrechung bei Fe, Co und Ni.

Da mir in letzter Zeit nicht oft genug Sonne zur Verfügung stand, habe ich ausgedehntere Versuche über die Drehung der Polarisationsebene für die verschiedenen Farben bei Fe, Co und Ni bisher nicht machen können. Indessen habe ich doch mit Sicherheit constatiren können, dass dem Eisen eine anomale Rotationsdispersion zukommt. Licht, welches durch ein ziemlich intensiv rothes Glas gegangen war wurde erheblich stärker gedreht, als blaues Licht, welches erhalten wurde, indem die Sonnenstrahlen durch eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak geschickt wurden.

Entsprechende Versuche mit Co und Ni gaben nur eine schwache Rotationsdispersion. Versuche, bei denen die rothen und blauen Strahlen eines allerdings unreinen Spectrums benutzt wurden, gaben gleichfalls eine anomale Rotationsdispersion im Eisen.

Mit einem möglichst guten Spiegel ist sodann das specifische Drehvermögen des Eisens bestimmt.

Die Dicke der Eisenschicht eines Spiegels ergab sich durch Wägung vor und nach dem galvanoplastischen Überzug zu $0^{mm}.000055$, die Drehung für die mittleren Strahlen des Spectrums durch das Glas und Platin war $1^\circ 37'$, diejenige durch Glas, Platin und Eisen $3^\circ 25'$, also die durch das Eisen $1^\circ 48'$; die Dicke des platinirten Glases war $1^{mm}.61$; mithin dreht das Eisen etwa 32000 mal stärker als das benutzte Glas.

Mit einem anderen Spiegel, dessen Dicke $0^{m}.000069$ betrug, wurde die Drehung des Eisens 35000 mal so gross als die des Glases gefunden.

Cobalt hat ein specifisches Drehvermögen, welches dem des Eisens nahe liegt, Nickel dagegen ein erheblich kleineres. Zwei Nickelspiegel gaben eine Drehung von im Mittel etwa 14000 mal der des Glases.

Ich betrachte diese Zahlen selbstverständlich nur als angenähert, da die Bestimmungen der Dicken durch Wägung sehr ungenau sind. Dieselben geben aber noch Veranlassung zu einigen interessanten Folgerungen.

Nach den Versuchen von Righi[1] pflanzt sich in einer Substanz, welche im magnetischen Feld im Sinn der Ampère'schen Ströme dreht, ein circularpolarisirter Strahl, in dem die Bewegung der Ätherteilchen im gleichen Sinn wie die Molecularströme erfolgt,

[1] Nuovo Cimento 3. p. 212. 1878.

schneller fort, als ein circularer Strahl von entgegengesetzter Bewegung der Äthertheilchen. Es findet also eine circulare Doppelbrechung statt. Seien n und n' die Brechungsexponenten für die beiden entgegengesetzten circularen Strahlen, ist ϕ der Betrag der beobachteten Drehung, d die Dicke der durchstrahlten Schicht der Substanz, λ die Wellenlänge, so hat die Relation statt

$$\phi = \frac{\pi \cdot d}{\lambda}(n - n')$$

Nehmen wir $\lambda = 0.00058$; für d die oben angegebene Dicke der Eisenschicht $= 0.000055$; $\phi = 1°48'$, so ergiebt sich

$$(n - n') = 0.1.$$

Diese Differenz der Brechungsexponenten beträgt mehr als die Hälfte derjenigen zwischen den Exponenten des ordinären und extraordinären Strahls im Kalkspath, und ist etwa zehnmal so gross als die Differenz der Brechungsexponenten im Quarz senkrecht zur Axe.

Die Differenz der Brechungsexponenten für die beiden circularen Strahlen in Richtung der Axe des Quarzes beträgt nach Lang nur 0.0000718.

Die verwendete Eisenschicht hat also in dem von mir benutzten magnetischen Feld eine Drehung, welche 1462 mal grösser ist als die natürliche Drehung in einem Quarz von der gleichen Dicke wie die Eisenschicht. Es wird später, wenn die Fitzgerald'sche Theorie besprochen wird, nöthig sein, noch auf die circulare Doppelbrechung unserer Eisenschichten zurückzukommen.

4.

Drehung der Polarisationsebene bei senkrechter Reflexion von Eisen, Cobalt und Nickel.

Auch für diese Versuche wurde der Ruhmkorff'sche Elektromagnet benutzt. Der dem Beobachter abgewandte durchbohrte Pol wurde durch einen massiven nicht durchbohrten ersetzt. Mittelst Reflexion an einer um 45° zur Axe der Pole geneigten Glasplatte wurde Licht durch den durchbohrten Schenkel des Elektromagneten geschickt und an der zwischen den Polen aufgestellten Metallplatte reflectirt, ging dann durch die Glasplatte und gelangte so in den analysirenden Nicol. Die reflectirenden Flächen konnten mit Hülfe von Justirvorrichtungen genau senkrecht zur Richtung der einfallenden Lichtstrahlen und auch möglichst normal zur Axe des Elektromagneten gestellt werden.

Die Polarisationsebene des polarisirenden Nicols wurde, um möglichst grosse Lichtstärke zu haben, genau in die Einfallsebene gebracht. Tritt nun bei der Reflexion an der magnetischen Metallfläche eine Drehung ein, so dass also die Polarisationsebene des reflectirten Lichtes nicht mehr in die Einfallsebene der unter 45° geneigten Glasplatte fällt, so tritt beim Durchgang durch diese noch eine weitere Drehung entsprechend den FRESNEL'schen Formeln für Brechung des polarisirten Lichtes ein. Man misst also mit dem analysirenden Nicol nicht blos die elektromagnetische Drehung an der Metallfläche, sondern die Summe dieser und der durch die Glasplatte bedingten. Letztere war selbstverständlich so weit von dem Magneten entfernt, dass durch sie keine elektromagnetische Drehung mehr erfolgte.

Bezeichnet α den Winkel, welchen die Polarisationsebene eines auf eine Glasplatte fallenden Lichtstrahls mit der Einfallsebene macht, so ist der Winkel γ zwischen den beiden Ebenen nach dem Durchgang durch die Platte gegeben durch

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 (i - r)}$$

wenn i und r Einfalls- und Brechungswinkel bedeuten.

Da bei den Beobachtungen i, stets nahe gleich 45°, der Brechungsexponent der Glasplatte ungefähr 1.48 betrug, so ergiebt die Rechnung, das die direct beobachteten Werthe der Drehungen um etwa 10 Procent zu vermindern sind, um den reinen elektromagnetischen Effect zu erhalten.

Hr. KERR sowie Hr. GORDON scheinen den Einfluss der Glasplatte übersehen zu haben, wenigstens erwähnen sie denselben nicht.

Ich habe, wie die Genannten, zunächst die Anordnung mit der Glasplatte beibehalten, um die Möglichkeit zu haben, das Licht wirklich genau senkrecht auf die Metallflächen auffallen zu lassen.

Benutzt wurden für die Versuche nur Eisen, Cobalt und Nickelspiegel, die galvanoplastisch auf platinirtem Glas niedergeschlagen waren. Es ist schon oben bemerkt, dass in Folge der geringen Dicke dieser Platten die auf sie von dem Magneten ausgeübten Kräfte so gering sind, dass durch dieselben Verbiegungen der Glasplatten, welche die Metallschichten tragen, nicht eintreten.

Eisen.

Es sind vier Spiegel untersucht:

No. 1 Eisenschicht so dick, dass dieselbe völlig undurchsichtig . . . . Drehung — 53'6

No. 2 durchsichtig . . . . Drehung — 45'4

No. 3 durchsichtig . . . . Drehung — 1° 5′8

No. 4 durchsichtig . . . . Drehung — 48′8

Die Drehung ist der Richtung des magnetisirenden Stromes entgegengesetzt, daher sind obige Zahlen, wie die nachfolgenden für Co und Ni mit dem negativen Zeichen versehen. Es ist hervorzuheben, dass auch bei der Reflexion deutlich eine Rotationsdispersion wahrgenommen wurde, und zwar findet ebenso wie beim Durchgang des Lichtes eine anomale Dispersion statt, d. h. die rothen Strahlen werden stärker gedreht als die blauen. Auffällig ist, dass Spiegel 3, der sehr durchsichtig war, eine so erhebliche Drehung zeigt. Es ist mir mehrfach aufgefallen, dass auch andere Spiegel von geringerer Dicke eine verhältnissmässig starke Drehung gaben. Genauere Versuche, bezüglich der Abhängigkeit der Drehung von der Dicke der reflectirenden Schicht, konnte ich bisher nicht anstellen.

Cobalt.

Untersucht sind drei Cobaltspiegel:

No. 1 durchsichtig . . . . Drehung — 1° 7′2

No. 2 nur noch eben durchsichtig . . . . Drehung — 56′9

No. 3 undurchsichtig . . . . Drehung — 50′3

Auch hier konnte eine schwache Rotationsdispersion wahrgenommen werden.

Nickel.

Von zwei Nickelspiegeln, die untersucht wurden, gab:

No. 1 durchsichtig . . . . Drehung — 20′5

No. 2 undurchsichtig . . . . Drehung — 23′0

Nickel dreht also bei der Reflexion nur etwa halb so stark als Eisen und Cobalt. Auch für das durchgehende Licht ist, wie oben gezeigt wurde, die Drehung bei Ni erheblich kleiner als bei Fe und Co.

Bei der Reflexion spielt sicher die moleculare Beschaffenheit der Oberfläche eine wesentliche Rolle. Da diese nun bei der Herstellung der Spiegel je nach Concentration der Lösung und Stromdichte möglicherweise sehr verschieden ausfallen kann, so sind genau übereinstimmende Werthe für die Drehung bei verschiedenen Spiegeln wohl kaum zu erwarten. Um den Betrag der elektromagnetischen Drehung allein zu haben, sind, wie gezeigt wurde, sämmtliche vorstehende Zahlen um circa 10 Procent zu verkleinern.

Bemerkt möge schliesslich noch werden, dass ich auch platinirtes Glas erst mit Eisen und dann das Eisen galvanoplastisch mit Silber oder Kupfer überzog. Diese versilberten oder verkupferten Eisen-

spiegel zeigten bei der Reflexion keine wahrnehmbare Drehung. Verzichtet man darauf, die Strahlen genau vertical auf die Metallflächen auffallen zu lassen, so kann man die Glasplatte beseitigen. Dieselbe wurde ersetzt durch einen durchbohrten Spiegel von nicht magnetischem Metall und dieser wurde so eingestellt, dass das reflectirte Licht durch das Loch ins Auge des Beobachters gelangte. Die bei dieser Anordnung beobachtete Drehung ist lediglich durch die Reflexion an den magnetisirten Spiegeln zwischen den Polen erzeugt.

5.

Widerlegung der Fitzgerald'schen Theorie der Drehung bei der Reflexion.

Hr. Fitzgerald hat eine Erklärung der Drehung der Polarisationsebene bei der Reflexion von einer magnetischen Eisenfläche zu geben versucht.[1] Kurz zusammengefasst lautet dieselbe: Durch die Magnetisirung wird das Eisen, ebenso wie die diamagnetischen Körper im magnetischen Felde circular doppelbrechend. Diese circulare Doppelbrechung ist beim Eisen, wie ja auch oben nachgewiesen wurde, sehr beträchtlich. Da die Intensität des von einem Körper reflectirten Lichtes vom Brechungsexponenten abhängt, so wird von magnetischem Eisen bei gleicher Incidenz rechtscirculares Licht mit anderer Intensität reflectirt als linkscirculares. Geradlinig polarisirtes Licht kann angesehen werden als bestehend aus gleichen Theilen von rechts- und linkscircularem. Hiervon ausgehend sucht nun Fitzgerald zu zeigen, dass geradlinig polarisirtes Licht, welches unter irgend einem Winkel auf eine magnetische Fläche fällt, durch die Reflexion in elliptisches verwandelt wird, bei welchem die grosse Axe der Ellipse gegen die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtes im Allgemeinen gedreht sein müsse. Bei normaler Incidenz auf den Pol eines Magneten jedoch wird, wie leicht ersichtlich, der Winkel zwischen der Schwingungsebene des einfallenden Lichtes und der grossen Axe der Ellipse des reflectirten, Null. Hr. Fitzgerald zieht daher selbst aus seiner Theorie nachstehende Folgerung: Fällt geradlinig polarisirtes Licht senkrecht auf die Polfläche eines nicht erregten Elektromagneten und wird dasselbe nach der Reflexion durch einen Nicol ausgelöscht, so muss bei der Erregung des Elektromagneten Helligkeit auftreten. Diese Helligkeit verschwindet bei keiner Drehung des analysirenden Nicols, sondern wächst bei jeder Drehung desselben nach der einen oder anderen Seite von der ursprünglichen Stellung aus.

---

[1] Proceedings Roy. Soc. 25. p. 447.

Hiermit stehen nun meine Versuche insofern in directem Widerspruch, als der analysirende Nicol stets nach Erregung des Elektromagneten durch einen bestimmten Winkel gedreht werden muss, um gute Auslöschung zu erhalten. Ob die Auslöschung selbst bei homogenem Licht absolut ist, also das reflectirte genau geradlinig polarisirt geblieben, oder ob eine ganz schwache Ellipticität eingetreten, lässt sich natürlich nicht entscheiden. — Jedenfalls ist durch die Versuche bei senkrechter Incidenz die Theorie Fitzgerald's widerlegt, und ist es daher nicht nöthig, auf die Zulässigkeit der derselben zu Grunde liegenden Annahmen einzugehen. In wie weit auf unseren Fall die Theorie Voigt's über die Reflexion des Lichtes an circularpolarisirenden Medien anwendbar ist, mag dahingestellt bleiben.

6.

Drehung der Polarisationsebene bei schiefer Reflexion des Lichtes von den Seiten- und Polflächen eines Magneten.

Zu diesen Versuchen diente ein grosser Elektromagnet mit zwei aufrechtstehenden Eisenschenkeln. Dieselben haben eine Höhe von 47^{cm} und 11^{cm} Durchmesser. Auf jedem Schenkel befinden sich drei Rollen von 3^{mm} dickem Draht. Jede Rolle hat einen Widerstand von etwa 0.65 SE. Als Pole dienen zwei grosse parallelepipedische Eisenstücke. Der magnetisirende Strom wurde gleichfalls von der Gramme-schen Maschine geliefert und hatte gewöhnlich eine Intensität von 16 Ampère. Da die Versuche im Winter angestellt wurden, mithin wenig auf Sonne zu rechnen war, wurde als Lichtquelle stets Drummond-sches Kalklicht benutzt. Die Ablesungen des analysirenden Nicols wurden auf einem in Viertel-Grade getheilten Kreis gemacht, dessen Nonius vier Minuten angab. Es konnten indess zwei Minuten noch mit Sicherheit durch den Nonius geschätzt werden.

Der Einfallswinkel der Lichtstrahlen auf die reflectirenden Eisenflächen wurde auf einem getheilten Kreis sorgfältig ermittelt.

Die Polarisationsebene des polarisirenden Nicols wurde möglichst genau in die Einfallsebene oder senkrecht zu derselben gebracht. Als Criterium hierfür diente die gute Auslöschung des Lichtes durch den Analysator. Nach Erregung des Magnetismus gelang es im Allgemeinen nicht, durch Drehen des Analyseurs die auftretende Erhellung völlig wieder zu beseitigen, da das Licht nach der Reflexion nicht mehr geradlinig, sondern elliptisch polarisirt ist. Es ist immer auf das Minimum der Helligkeit eingestellt, also die Schwingungsebene

des analysirenden Nicols senkrecht zur grossen Axe der gedrehten elliptischen Strahlen gebracht.

Da der Betrag der Drehungen sehr gering, so mussten, um einigermaassen zuverlässige Resultate zu erhalten, die Beobachtungen vervielfältigt werden. Für jeden Einfallswinkel wurden im Allgemeinen vier Beobachtungen für jede der beiden Stellungen der Polarisationsebene des Polarisators — in und senkrecht zur Einfallsebene — angestellt.

Bei jeder der vier Beobachtungen wurde der Polarisator neu eingestellt und dann zehn Ablesungen bei jeder Stromrichtung gemacht. Es ist im Folgenden eine Drehung analog dem früheren positiv genannt, wenn dieselbe die gleiche Richtung hat wie die Projection der Ampère-schen Molecularströme auf eine zum Lichtstrahl senkrechte Ebene.

Erste Versuchsreihe.

Benutzt wurde ein kreisrunder Stahlspiegel von den oben S. 764 angegebenen Dimensionen. Die eisernen Polstücke waren bis auf 29^{mm} einander genähert und in dieser Entfernung durch einen zwischen dieselben gelegten Klotz von Holz gehalten. Der Spiegel wurde seitlich an die Eisenstücke angelegt, so dass er jedes derselben auf 3^{mm} berührte. Der Magnet war also durch den Stahlspiegel geschlossen. Die reflectirende Fläche lag vertical. Der Einfallswinkel J ist der Winkel zwischen den einfallenden Strahlen und der Normale des Spiegels.

Die folgende Tabelle giebt die Versuche. Das Zeichen = bedeutet, dass die Polarisationsebene (lange Diagonale des Nicol) parallel, das Zeichen ⊥, dass dieselben senkrecht zur Einfallsebene steht.

Der Betrag der Drehungen ist in Minuten angegeben. Da jede Zahl aus 80 Einzeleinstellungen resultirt, so konnten die Zehntel-Minuten noch angegeben werden, wenn auch der Fehler der Zahlen mehrere Zehntel-Minuten betragen kann.

J	=	⊥
19°0	− 4′8	+ 2′7
29°9	− 4′5	+ 7′3
39°5	− 6′6	+ 7′7
50°1	− 7′7	+ 6′9
61°3	− 8′0	+ 7′5
65°0	− 9′4	+ 8′7
70°0	− 7′1	+ 8′1
75°0	− 6′0	+ 6′8
80°3	—	+ 2′6
82°0	− 4′3	− 2′3
85°2	− 3′9	− 1′9

Die Versuche bestätigen vollkommen die Angabe KERR's, dass für die Stellung = die Richtung der Drehung für alle Incidenzen die gleiche, den Molecularströmen entgegengesetzte ist und für die Stellung ⊥ bei etwa 82° ein Zeichenwechsel der Drehung eintritt.

Auch liegt bei unseren Versuchen, wie KERR es angiebt, das Maximum der Drehung bei 65°.

Zweite Versuchsreihe.

Eine ganz ähnliche Versuchsreihe wurde mit einem Stahlspiegel gleicher Grösse, dessen Oberfläche galvanoplastisch vernickelt war, angestellt. Es ergaben sich nachstehende Werthe:

Vernickelter Spiegel.

J	=	⊥
20°0	—	+ 0′0
30°1	— 1′7	+ 1′8
40°0	— 2′7	+ 1′4
50°0	— 4′7	+ 0′3
61°5	— 4′2	— 0′7
65°3	— 3′8	— 2′2
75°0	— 1′1	— 1′9

Auch bei Nickel bleibt der Sinn der Drehung für = bei allen Incidenzen der gleiche, kehrt für Stellung ⊥ aber schon zwischen 50° und 60° um.

Der Betrag der Drehungen ist im Ganzen erheblich kleiner als bei Eisen. Es ist dies in Übereinstimmung mit dem, was oben S. 769 über das Verhältniss des Drehvermögens des Nickels zu dem des Eisens angegeben wurde.

Um zu erkennen, ob beim Erregen des Magneten merkliche Verschiebungen und Durchbiegungen des reflectirenden Spiegels eintreten, wurden, wie bereits oben bemerkt, die Spiegelbilder einer verticalen und einer horizontalen Millimeterscala mit Fernrohr beobachtet. Beim Schluss des Stromes trat jedesmal eine sehr kleine Verschiebung und auch eine kleine Durchbiegung des Spiegels ein. Letzteres konnte daraus geschlossen werden, dass die Millimeterstriche und Zahlen der Spiegelbilder etwas undeutlich wurden. Die Verschiebungen und Durchbiegungen waren aber sehr gering und die gleichen, mochte der Strom im einen oder andern Sinn den Magneten umkreisen. Dieselben können mithin auf die beobachteten Drehungen keinen merklichen Einfluss geübt haben. Ausser den mitgetheilten vollständigen Beobachtungsreihen wurden noch eine ganze Reihe Einzelbeobachtungen mit den

verschiedensten Spiegeln unter verschiedenen Bedingungen gemacht. Alle waren in völliger Übereinstimmung mit den Zahlen obiger Tabellen. Es mögen nur die folgenden angeführt werden.

Ein anderer, dem für die Versuchsreihe benutzten ähnlicher Stahlspiegel, gab bei 65.3 Einfallswinkel

=	⊥
− 8′.6	+ 9′.0.

Dieser Spiegel wurde sodann galvanoplastisch versilbert. Bei Schluss oder Umkehrung des Stromes zeigte sich nun keine Spur von Erhellung des Gesichtsfeldes mehr.

Sodann wurden die Polstücke des Magneten ganz zusammengeschoben und die Spiegel, welche untersucht werden sollten, an der Seite des Magneten, ohne denselben zu berühren, aufgestellt. Hierbei wurden Spiegel aus nicht magnetischem Spiegelmetall und platinirte Glasspiegel benutzt, welche galvanoplastisch mit einer dünnen Eisenschicht überzogen waren. Eine genaue Untersuchung derselben mit Scala und Fernrohr ergab auch nicht die geringste Verschiebung oder Durchbiegung beim Erregen des Magneten. Es wurde jedesmal eine Drehung beobachtet, wie sie nach obigen Tabellen zu erwarten stand. So gab z. B. ein mit Eisen überzogener Glasspiegel bei 65° Einfallswinkel, als sich die Eisenseite in etwa 2^{mm} Entfernung von der Seite des Magneten befand, die folgenden Drehungen:

=	⊥
− 8′.1	+ 13′.0.

Es war noch eine Drehung constatirbar, als der Spiegel 45^{mm} von der Seitenfläche des Elektromagneten entfernt war.

Auch über die Drehung bei schiefer Incidenz auf die Stirnseite eines Magneten habe ich eine Anzahl von Versuchen gemacht. Die Anordnung war dieselbe, wie bei Kerr. Es wurde indess immer platinirtes Glas, welches mit Fe, Co oder Ni überzogen war, benutzt. Die Spiegel wurden vor dem einen ebenen Pol des Elektromagneten, ohne denselben zu berühren, befestigt, und dem Spiegel ein zugespitzter Pol (Submagnet bei Kerr) genähert. Fällt die Polarisationsebene mit der Einfallsebene zusammen, so ist für alle Incidenzen die Richtung der Drehung entgegengesetzt derjenigen des magnetisirenden Stromes, wenn man sich den reflectirten Lichtstrahl in die Verbindungslinie der Pole gedreht denkt. Ist die Polarisationsebene senkrecht zur Einfallsebene, so ist bis etwa 80° Incidenz die Drehung gleichfalls entgegengesetzt, von 80° bis 90° dagegen gleich gerichtet der Richtung des magnetisirenden Stromes. Diese Umkehr im Sinne der Drehung ist, wie bereits oben bemerkt wurde, Hrn. Kerr entgangen. Da ich voll-

ständige Beobachtungsreihen an einem und demselben Spiegel über die Änderung der Drehung mit dem Einfallswinkel noch nicht anstellen konnte, so unterlasse ich es, hier überhaupt Zahlen anzugeben.

7.

Drehung der Polarisationsebene des Lichtes, welches eine Glasplatte zweimal durchläuft und an der Hinterfläche derselben reflectirt ist.

Die Erscheinungen der Reflexion des Lichtes an den Metallen, haben zu der Anschauung geführt, dass das Licht bei der Reflexion bis zu einer gewissen Tiefe in die Metalle eindringe.

Es liegt also die Vermuthung nahe, dass die Drehung der Polarisationsebene, welche das Licht bei der Reflexion von magnetischen Metallflächen erfährt, in der sehr dünnen Schicht, welche die Strahlen bei der Reflexion durchdringen, vor sich gehe. Eine Theorie der Drehung unter Annahme des Eindringens des Lichtes dürfte schwierig sein.

Man kann aber leicht eine Anordnung treffen, in welcher wenigstens im Groben ein analoger Gang der Strahlen stattfindet, wie bei der Reflexion an Metall unter der Annahme, dass das Licht eindringt.

Eine Glasplatte befinde sich in einem magnetischen Felde. Es fallen Lichtstrahlen unter irgend einer Incidenz auf dieselbe. Die Strahlen werden in das Glas gebrochen, durchsetzen die Platte, werden an der Hinterfläche reflectirt, und treten nach abermaligem Gang durch die Platte mit Brechung aus derselben aus. Ist der Betrag der elektromagnetischen Drehung der Strahlen im Glas gegeben, so kann mit Hülfe der Fresnel'schen Formeln für Reflexion und Brechung an isotropen Körpern die Gesammtdrehung berechnet werden, welche die Polarisationsebene in der Platte erfahren hat.

Wir betrachten folgenden Specialfall, welcher unsern obigen Versuchen über Drehung an den Seitenflächen eines Magneten analog ist.

Die Kraftlinien des magnetischen Feldes, in welchem sich die Glasplatte befindet, seien der Ebene der Platte parallel. Die Dicke der Platte sei d, die electromagnetische Drehung auf der Längeneinheit in Richtung der Kraftlinien sei ϕ. Die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes liege in der Einfallsebene und letztere sei den Kraftlinien parallel, dann ist, wenn für die Brechung an der Vorderfläche und die Reflexion an der Hinterfläche die Fresnel'schen Formeln angewandt werden, der Winkel γ, um welchen die Polarisationsebene nach dem Austritt aus der Platte gedreht ist, wenn i und r Einfalls- und Brech-

ungswinkel bezeichnen und die elektromagnetische Drehung in der Platte so klein sind, dass Bogen, Tangente und Sinus verwechselt werden können, gegeben durch

$$\operatorname{tg} \gamma = 2 \cdot \phi \cdot d \cdot \operatorname{tg} r \frac{\sin i \cdot \sin r}{\cos^2(i - r)}.$$

Da die gesammten Factoren von ϕ stets positiv sind, so hat γ für jeden Werth von i dasselbe Zeichen wie ϕ. Für $i = 0$ ist $\gamma = 0$.

Die Drehung der Polarisationsebene, welche die Glasplatte beim Erregen des magnetischen Feldes zeigt, variirt also wohl dem Betrage nach mit dem Einfallswinkel, erfolgt aber immer im gleichen Sinn, wie die elektromagnetische Drehung, welche die Strahlen in der Platte erfahren.

Steht dagegen die Polarisationsebene des Lichtes vor dem Eintritt in die Platte senkrecht zur Einfallsebene, gelten dieselben Bezeichnungen, und ist wieder die elektromagnetische Drehung klein, so ist die Drehung x, welche die Polarisationsebene beim Austritt aus der Platte erfahren hat, gegeben durch

$$\operatorname{tg} x = - 2 \phi \cdot d \cdot \operatorname{tg} r \frac{\sin i \sin r \cdot \cos (i - r)}{\cos (i + r)}.$$

So lange

$$i + r < 90, \text{ ist } x \text{ negativ;}$$

wenn

$$i + r > 90, \text{ ist } x \text{ positiv.}$$

Für $i + r = 90$, also beim Polarisationswinkel, ist $x = 90^\circ$; in diesem Fall ist aber die Amplitüde des Lichtes Null.

Der vorstehend behandelte Fall wurde experimentell in folgender Weise untersucht. Die Pole des grossen Elektromagneten wurden bis auf etwa 3^{cm} einander genähert. Eine Glasplatte, deren Wände nicht genau parallel waren, so dass die an der Vorderfläche reflectirten Strahlen von den an der Hinterfläche zurückgeworfenen gut getrennt waren, wurde an die verticalen Seitenwände der Pole angelegt, so dass sie dieselben verband. Die Einfallsebene des Lichtes war horizontal. Die Einfallswinkel wurden an einem grösseren getheilten Kreis abgelesen.

Es ergaben sich bei Erregung des Elektromagneten bei den verschiedenen Einfallswinkeln für die an der Hinterfläche reflectirten Strahlen die nachstehenden (doppelten) Drehungen.

Die Zeichen = und $\perp$ bedeuten wie oben, dass die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes parallel oder senkrecht zur Einfallsebene stand. Die Drehungen sind in Graden angegeben.

=

Einfallswinkel	Drehung
50°.5	+ 0°.8
61°.3	+ 1°.6
70°.0	+ 2°.5
80°.4	+ 3°.4

⊥

Einfallswinkel	Drehung
30°.7	— 0°.7
39°.5	— 1°.8
50°.5	— 4°.8
53°.8	— 27°.4
60°.4	+ 24°.1
61°.3	+ 12°.0
70°.0	+ 6°.2
80°.4	+ 4°.2

Der Polarisationswinkel des Glases ($i + r = 90°$) ergab sich zu 56°.4.

Eine ähnliche Versuchsreihe wurde angestellt, als die beiden Pole des Elektromagneten ganz an einander geschoben waren und die Glasplatte an die Seitenflächen des in sich geschlossenen Magneten angelegt wurde.

Der Verlauf der Drehungen war der gleiche wie oben. Es besteht also vollständige Analogie zwischen dem Verlauf der Erscheinungen an der Glasplatte und den früher gegebenen Beobachtungen der Reflexion an den Seitenflächen eines Magneten. Dort wie hier haben, wenn Einfallsebene und Polarisationsebene zusammenfallen, alle Drehungen das gleiche Zeichen; ist die Polarisationsebene senkrecht zur Einfallsebene, so wechselt bei den Metallen, wie beim Glas das Zeichen der Drehung, bei Glas beim Polarisationswinkel (56°.4), bei Eisen bei etwa 80°, bei Nickel bei etwa 60°.

Doch besteht der Unterschied, dass bei den magnetischen Metallen der Sinn der Drehung der umgekehrte ist von demjenigen bei Glas. Kann man nun auch nicht behaupten, dass durch diese Analogie bewiesen ist, dass das Licht bei der Reflexion an den Metallen bis zu einer gewissen Tiefe eindringt, und dass die Drehung in der dünnen Schicht erfolgt, welche die Strahlen bei der Reflexion durchdringen, so sind doch die verwickelten Erscheinungen der Drehung bei Reflexion an der Seite eines Magneten unter einen einfachen und einheitlichen Ausdruck gebracht. Darauf, dass das Licht bei der Drehung am Metall bei schiefer Incidenz nicht geradlinig bleibt, sondern elliptisch wird, ist schon oben hingewiesen.

Statt unsere Glasplatte an die Seitenfläche eines Magneten anzulegen, können wir dieselbe auch vor die Polfläche bringen, so dass

die Kraftlinien senkrecht zu ihr sind. Der Betrag der Drehung der Polarisationsebene bei Erregung des Magneten als Function des Einfallswinkels und Lage der Polarisationsebene berechnet sich mit Hülfe der Fresnel'schen Formeln ebenso wie oben. Es ergiebt sich. dass wenn die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes in der Einfallsebene liegt, die Drehung stets das gleiche und zwar positive Zeichen hat, wenn die Polarisationsebene senkrecht zur Einfallsebene steht, so ist von Null bis zum Polarisationswinkel die Drehung positiv, von Letzterem bis zu 90° negativ.

Es ist der Verlauf also gleichfalls analog demjenigen der Drehungen an der Polfläche eines Magneten mit dem Unterschied, dass man dem Magneten ein negatives Drehvermögen zuschreiben muss.

8.

Im Vorstehenden habe ich eine Übersicht über die elektromagnetische Drehung des Eisens, Cobalts und Nickels beim Durchgang und bei der Reflexion des Lichtes gegeben. Eine genauere Untersuchung über die Rotationsdispersion, über die Abhängigkeit der Drehung von der Dicke der Schichten bei der Reflexion u. s. f. muss für später vorbehalten bleiben. Andere Fragen, wie die, ob die Drehung mit dem inducirten magnetischen Moment ein Maximum erreicht, ob es möglich ist, eine Drehung durch die dünnen Metallschichten nachzuweisen, wenn dieselben nicht temporär sondern permanent magnetisirt sind u. s. w., schliessen sich von selbst an.

Ich möchte hier zum Schluss nur noch die nunmehr bekannten Thatsachen über die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene zusammen stellen.

Es soll, wie gebräuchlich, eine Drehung im Sinn der hypothetischen Ampère'schen Molecularströme, welche an der gegebenen Stelle das thatsächlich vorhandene magnetische Feld vertreten, als positive, eine entgegengesetzte als negative bezeichnet werden.

1. Die meisten isotropen festen Körper, Flüssigkeiten und die bisher untersuchten Gase drehen die Polarisationsebene im positiven Sinn.
2. Stark concentrirte Eisenchloridlösung dreht negativ. Die negative Drehung anderer magnetischer Salze giebt sich zu erkennen durch Verminderung der positiven Drehung des Lösungsmittels.
3. Sauerstoff, welcher verhältnissmässig stark magnetisch ist, dreht, wie von Hrn. Röntgen und mir nachgewiesen wurde, positiv.

4. Die Polarisationsebene von Licht, welches durch Eisen, Cobalt und Nickel hindurchgeht, wird positiv gedreht.
5. Bei senkrechter Reflexion von einem Magnetpol tritt nach Kerr negative Drehung auf. Das gleiche ist oben für Cobalt und Nickel nachgewiesen.
6. Beim Durchgang, wie bei der Reflexion von Eisen ist die Rotationsdispersion anomal, d. h. rothe Strahlen werden stärker gedreht als blaue.
7. Die complicirten Erscheinungen bei schiefer Reflexion von der Polfläche oder den Seitenflächen eines Magneten lassen sich, wie oben gezeigt worden, in der Weise zusammenfassen, dass man annimmt, das Licht durchlaufe bei der Reflexion eine dünne Schicht des Metalls, und es finde in dieser Schicht negative Drehung statt.

Ausgegeben am 17. Juli.

1884.
XXXV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

---

10. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Duncker las eine Abhandlung über den sogenannten Kimonischen Frieden.

2. Hr. Dillmann legte vor: Altaramäische Inschriften aus Teimâ in Arabien mitgetheilt von Hrn. Nöldeke.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.



Über den sogenannten Kimonischen Frieden.

Von Max Duncker.

Vor mehr als sechszig Jahren hat Dahlmann in einer höchst verdienstlichen Untersuchung (Forschungen 1, 1 ff.) den Beweis angetreten, dass der sogenannte kimonische Friede eine Fiction der attischen Redner des vierten Jahrhunderts sei, und K. W. Krüger, der über ein Jahrzehnt später (Historisch-philologische Studien 1, 74 ff.) diese Beweisführung verstärkend aufnahm, kam zu dem Ergebniss: dieser Friede ist eine attische Sage, welche die Redner gläubig als historische Thatsache verkündet haben. Hier der Überlieferung weniger skeptisch gegenüber als im Punkte der spartanischen Hufen hat danach Grote diese Frage, welche abgethan schien, wieder erweckt (Hist. of Greece 5, 450 sqq.) indem er Dahlmann und Krüger zu widerlegen, die Überlieferung aufrecht zu halten versuchte. Da seine Auffassung, wenn auch unter gewissen Modificationen, Beifall gefunden, anderer Seits die Beweisführungen Dahlmanns und Krügers in der That angreifbare Stellen darbieten, bleibt nichts übrig, als zur Revision des Thatbestandes zu schreiten und die Zeugen noch ein Mal abzuhören.

Die stummen Zeugen, ich kann sie nicht einfach verneinende nennen, stelle ich voran, weil sie die älteren sind. Wer hatte stärkeren Anlass von diesem Frieden zu reden als Herodot, dessen Thema der Kampf Asien's und Europa's, insbesondere dessen Schlussact, die Abwehr des Xerxes, die Befreiung Ioniens ist. Er schweigt, obwohl er einer Gesandtschaft des Kallias nach Susa erwähnt, der nach dem Zeugniss des Demosthenes und des Ephoros (bei Diodor) diesen glorreichen Frieden, welcher die Anerkennung der Freiheit der ionischen Städte durch den Artaxerxes herbeiführte, abgeschlossen hat. Das Schweigen Herodots wird aus der Nichtvollendung seines Werkes erklärt.

Auch Thukydides schweigt, so oft und so dringend ihm Anlass geboten war, von diesem Frieden zu reden. Er will im Summarium zeigen, wie Athen zu seiner Macht gelangt sei: konnte er dabei gerade die Thatsache anzuführen unterlassen, welche die Anerkennung dieser

Macht Seitens Persiens enthielt? Er erwähnt im Summarium der Verträge von 451 und 445 zwischen Athen und Sparta; von dem Frieden Athens mit den Persern, der nach der überwiegenden Überlieferung zwischen diesen beiden Verträgen geschlossen wurde, schweigt er. Dasselbe hartnäckige Schweigen beobachtet er in der ausgeführten Erzählung von den Ursachen und dem Verlaufe des peloponnesischen Krieges. Als Perikles den Athenern anräth: das Ultimatum Sparta's abzulehnen, es auf den Krieg ankommen zu lassen und alle Momente für das Übergewicht anführt, das Athen in diesem über die Gegner behaupten werde, konnte doch das wesentlichste derselben nicht fehlen: die Lage Athens sei so viel günstiger als in dem ersten Kriege mit den Peloponnesiern, da Athen jetzt nicht wie damals zugleich mit den Persern zu kämpfen haben werde — wenn Athen Frieden mit Persien geschlossen hatte. Des Perikles Rede schweigt von einem so überaus wichtigen Umstande trotz Erwähnung der Thaten Athens gegen die Meder;[1] ja in der späteren Rede nach dem zweiten Einfall der Peloponnesier und der Pest sagt Perikles, um die Athener zu ermuthigen: »bei der gegenwärtigen Flottenrüstung könnt ihr schiffen, wohin ihr wollt, ohne dass euch der König oder ein anderes der vorhandenen Völker zu hindern vermöchte«.[2] Während man die Fassung zu erwarten hat: der König ist durch den Frieden verpflichtet, euch nicht zu hindern, wenn ihr in den von diesem vorgeschriebenen Grenzen bleibt, sagt Perikles-Thukydides vielmehr: ihr könnt auch in die Gewässer Persiens schiffen, die Küsten Persiens anfallen, der König hat keine ebenbürtige Flotte euch entgegenzustellen. Und andererseits, wie kann Thukydides, wenn Athen mit Persien in Frieden war, den Archidamos bei den Berathungen in Sparta, ob der Krieg zu beginnen sei, sagen lassen: »wir können die Hülfe Persiens gegen Athen in Anspruch nehmen«,[3] ohne eben dieses entgegenstehenden Vertrages zu erwähnen? Ebensowenig geschieht dieser Hinderung Erwähnung, als die Gesandten Sparta's, Tegea's, Korinth's nun wirklich nach Persien gehen, den König zu bewegen, ihnen mit Geld und Truppen gegen Athen zu helfen. Und als dann die Athener diese zu Bisanthe ergriffenen, ihnen ausgelieferten Gesandten hinrichten lassen, wird nicht bemerkt, dass dieser Act an Gesandten, die mit einer Athen befreundeten Macht verhandeln sollen, verübt, üble Folgen für diese Freundschaft herbeiführen könne. Ja die Athener greifen weiterhin selbst einen Gesandten des Königs nach Sparta am Strymon auf, nehmen ihm seine Briefschaften, finden, dass der König mit Sparta in Unterhandlung ist, senden nun selbst Gesandte nach Susa. Doch wohl, wenn Frieden zwischen Athen und Persien be-

[1] Thukyd. 1, 144. [2] Thukyd. 2, 62. [3] Thukyd. 1, 83.

stand, den König an seine Verpflichtungen aus diesem Vertrage zu erinnern? Aber dieser Hinweis fehlt bei Thukydides und die Gesandtschaft kehrt in Ephesos wieder um, weil inzwischen Thronwechsel eingetreten ist. Hatten sie auf Erfüllung bestehender Verträge zu dringen, so war der Thronwechsel doch kein Hinderniss. Als Nikias bei den Verhandlungen über das Hülfsgesuch der Egestaeer die Athener warnt, zu den alten Feinden sich nicht neue zu machen, antwortet Alkibiades: »unsere Väter haben jene besiegt, die wir hier als Feinde zurücklassen, und noch dazu die Perser zu Feinden gehabt und dennoch die Herrschaft errungen.«[1] Man erwartet den Zusatz: »Und jetzt sind wir in vertragsmässigem Frieden mit Persien.« Er findet sich nicht. Ebenso wenig ist von einem solchen die Rede, als Tissaphernes im Winter 413/12 Unterhandlungen mit Sparta eröffnet, und weder bei den Verhandlungen über die drei Verträge, welche die Spartaner im Sommer und Herbst 412, im Frühjahr 411 mit dem Tissaphernes abschliessen, noch im Wortlaute dieser Verträge wird auch nur mit der leisesten Andeutung eines mit Athen bestehenden Vertrages gedacht: auch nicht bei den Berathungen über des Peisandros Anträge in Athen, wie man den König zum Verbündeten Athens gewinnen könne,[2] und ebenso wenig berufen sich die zehn Gesandten Athens, welche mit dem Tissaphernes unterhandeln, dessen Forderungen der Abtretung Ioniens, der Abtretung der Inseln gegenüber auf eine ihnen diese Gebiete Seitens des Königs zusichernde Friedensurkunde.[3] Das absolute Schweigen des Thukydides über irgend einen zwischen Athen und Persien bestehenden Vertrag bei allen diesen Anlässen, von einem solchen zu sprechen, und noch weiteren, die sich unten ergeben werden, muss doch als ein sehr qualificirtes bezeichnet werden.

Niemandem lag die Verherrlichung des marathonisch-kimonischen Athens auf Kosten der Athener seiner Tage mehr am Herzen als dem Aristophanes. Wie hätte er einen glorreichen Frieden unter den Erfolgen jener Zeit übergehen sollen, wenn es solchen gab, übergehen, während er wiederholt Gesandtschaften Athen's und Sparta's an den König erwähnt, auf Unterhandlungen in Egbatana anspielt. In den Acharnern (Frühjahr 425) lässt er Gesandte Athen's aus Persien heimkehren, spricht er von einer Gesandschaft Sparta's in Susa, bei der sich der König nach ihm erkundigt, lässt er einen Gesandten des Artaxerxes in Person auftreten; in den Vögeln deutet er Verhandlungen Athens mit dem Satrapen Pharnakes an.[4] Von einem bestehenden Abschluss Athens mit Persien findet sich nicht der leiseste Wink.

---

[1] Thukyd. 6, 17.. [2] Thukyd. 8, 53. [3] Thukyd. 8, 56. [4] Acharn. 60 sqq. 613.648; Aves 1028 sqq.

Diesem hartnäckigen Schweigen der Älteren, des Herodot, Thukydides, Aristophanes folgen Angaben Jüngerer, welche das Factum behaupten. Der zweite Andokides, der Enkel des älteren, ging im korinthischen Kriege, im Jahre 391, mit unbeschränkter Vollmacht nach Sparta, Frieden mit den Lakedaemoniern zu schliessen; er begnügte sich, den Entwurf zu solchem zurückzubringen, der gültig sein sollte, falls er binnen vierzig Tagen von der Volksgemeinde ratificirt würde. Indem er in seiner Rede vom Frieden lebhaft für Annahme der ziemlich günstigen Punktationen eintritt — die Widerlegung der sehr unhaltbaren Gründe, welche gegen die Ächtheit dieser Rede vorgebracht sind, darf ich mir hier erlassen —, führt er aus, dass die Demokratie Athens durch diesen Abschluss so wenig gefährdet werden würde, wie die früheren Friedensschlüsse mit Sparta: der des Kimon, der seines Grossvaters, der des Nikias sie geschädigt hätten.[1] Darnach giebt er der Besorgniss Ausdruck, dass die Athener auch jetzt wieder dem gewohnten Übel verfallen könnten, dem stärkeren Freunde den schwächeren vorzuziehen. »Zuerst als wir mit dem grossen Könige Vereinbarung getroffen und Freundschaft für alle Zeiten gemacht (σπονδὰς ποιησάμενοι καὶ συνθέμενοι φιλίαν ἐς τὸν ἅπαντα χρόνον), die Epilykos, des Tisandros Sohn, meiner Mutter Bruder, Euch unterhandelt hatte, da habt Ihr dem Knechte des Königs, der vor ihm flüchtig war, dem Amorges zu Gefallen, die Macht des Königs als nicht der Rede werth bei Seite geworfen und in der Meinung, die er sei stärker, die Freundschaft des Amorges ergriffen. Dadurch empört, wurde der König der Verbündete der Lakedaemonier und gab ihnen 5000 Talente, bis er unsere Macht niedergeworfen hatte.[2]« Auch jetzt handele es sich darum, ob Athen die Argiver den Boeotern, die jetzt in Korinth am Ruder befindliche Partei den Lakedaemoniern vorziehen wolle.

Wenn nun auch Andokides bezüglich der Resultate der früheren Friedensschlüsse zwischen Sparta und Athen starke Irrthümer begeht, von denen nur die unerheblichsten der Verderbniss des Textes aufgebürdet werden können, da ihm Aeschines siebenundvierzig Jahre später dieselben Angaben grossentheils wörtlich nachgeschrieben hat, so steht doch, was er hier zum Beweise seines Satzes von der Lockerung des Friedens des Nikias zum Besten der Argiver, von der Parteinahme für Egesta gegen Syrakus anführt, anderweit fest, und der Aufstand des Amorges gegen den König in Karien und dessen Unterstützung durch die Athener liegt ebenfalls thatsächlich vor der Anknüpfung des Tissaphernes mit den Lakedaemoniern. Amorges wird in einer Stadt des attischen Bundes, in Jasos überwältigt und zwar dadurch überwäl-

[1] De pace 3. 10. [2] De pace 28 sqq.

tigt, dass die Besatzung die heransegelnde Flotte für attische Schiffe hält.[1] Hiernach hätte also Athen vor dem peloponnesischen Kriege Friede und Freundschaft mit dem Könige für alle Zeit geschlossen.

Im platonischen Menexenos, der im zweiten Jahrzehnt des vierten Jahrhunderts geschrieben sein wird, wie die Erwähnung des korinthischen Krieges zeigt, heisst es, dass man denen, welche am Eurymedon, auf Kypros und in Aegypten gefochten, Dank dafür wissen müsse, dass sie den König dazu gezwungen hätten, auf seine Erhaltung zu denken und nicht mehr auf das Verderben der Hellenen auszugehen, und als dieser Krieg nun für Hellas selbst und Alle gleicher Sprache durchgekämpft war, sei Friede »geworden«. Eines ausdrücklichen Abschlusses geschieht nicht Erwähnung.[2]

Deutlicher auf Friedensschluss anspielend, heisst es in dem dem Lysias zugeschriebenen Epitaphios, der in dieselbe Zeit gehören wird: »Die Athener zeigten solche Macht, dass der grosse König nicht mehr nach dem Besitze Anderer trachtete, sondern von dem seinigen hergab und für das Übrige fürchtete. Zu jener Zeit segelten keine Trieren von Asien aus, noch kam ein Tyrann in Hellas empor, noch wurde eine hellenische Stadt von den Barbaren geknechtet.[3]«

Das nächstfolgende Zeugniss ist ein publicistischer Versuch des Isokrates, welchen dieser nach dem Jahre 383 in der Absicht niedergeschrieben hat, denselben wie des Gorgias und Lysias Reden zu Olympia, und zwar bei den Olympien des Jahres 380, vorlesen zu lassen.[4] Der Friede des Antalkidas war geschlossen und ausgeführt. Der Schmach dieses Friedens gegenüber fordert Isokrates im Panegyrikos die Hellenen auf, sich zu vertragen, den Athenern die Seeherrschaft zurückzugeben, sich mit vereinten Kräften gegen die Perser zu wenden. Die Unterhändler des Friedens haben den Barbaren zum Herren des gesammten Asiens, d. h. der Hellenenstädte der Küste, gemacht — das ist kein Vertrag; es sind Befehle des Königs, die sie uns bringen, die wir auf Steinsäulen gegraben in unseren Tempeln aufstellen sollen, indess der König die freien Männer Ioniens auspeitschen lässt. Es ist der Gipfel der Schmach. Wie anders stand es unter unserer Hegemonie. Um die Grösse des Wandels zu begreifen, lese man die Verträge neben einander, die zu unserer Zeit geschlossenen (γενόμεναι), und die jetzt aufgezeichneten (ἀναγεγραμμέναι). Dann wird erhellen, dass wir damals der Herrschaft des Königs Schranken gezogen, indem wir Einigen Steuern auflegten und ver-

[1] Thukyd. 8, 5. 28. [2] P. 241, 242. [3] Lysias Oratio funebris 56. [4] Panegyr. 26 wirft den Spartanern vor, dass sie die Kadmeia besetzt haben und jetzt Olynth und Phlius belagern; die Kadmeia wurde 383 besetzt, Olynth 379 erobert, und in demselben Jahre wurden die Spartaner zum Rückzuge aus der Kadmeia gezwungen.

hinderten, dass er sich des Meeres bediente. Jetzt ist er der Regent von Hellas, jetzt schreibt er vor, was jeder zu thun hat, nur dass er uns noch nicht Besatzungen in die Städte legt. Und doch »hatten wir die Barbaren so zugerichtet, dass sie nicht nur aufhörten, gegen uns in's Feld zu ziehen, sondern auch die Verwüstung ihrer eigenen Länder duldeten, und die, welche mit 1200 Schiffen herumfuhren, so tief gedemüthigt, dass sie mit keinem Kriegsschiff diesseits Phaselis landeten, sondern Ruhe hielten und einen günstigen Moment erwarteten und sich auf die Macht, welche sie besassen, nicht mehr verliessen.[1]«

Des Isokrates Aufgabe war, den Frieden des Antalkidas mit den früheren Zuständen unter Athens Herrlichkeit so stark wie möglich zu contrastiren. Da er auch andere Dinge in seiner Rede zu Gunsten Athens sehr stark übertreibt — bekennt er sich doch laut zu dem Grundsatze: denen, die man loben wolle, müsse man mehr Gutes beilegen, als sie gethan und umgekehrt — so dürfen wir sicher sein, dass er die früheren Leistungen Athens stärkstens zu betonen, nicht unterlassen haben wird. Dies Bedenken gegen seine Aussage über die Begrenzung der Macht des Königs — vom Frieden spricht er nicht ausdrücklich — steigert sich dadurch, dass er bei der Angabe des Panegyrikos nicht stehen geblieben ist, dass er diese späterhin wesentlich erweitert. Im Areiopagitikos, der, 355/54 geschrieben, die Athener bewegen soll, die Verfassung des Solon und Kleisthenes, insbesondere den Areiopag herzustellen, zu welchem Behufe Isokrates dann auch hier wieder die gegenwärtige Stellung Athens, welche die Stadt zwingt, den Drohungen des Perserkönigs zu weichen, mit der früheren Lage, welche eine Frucht der besseren Verfassung war, contrastirt, heisst es: »In jener Zeit hatten die Hellenen zu den damaligen Leitern des Staates solches Vertrauen, dass die Mehrzahl derselben sich von freien Stücken unserer Stadt unterordnete, und die Barbaren waren so weit entfernt, sich in die hellenischen Angelegenheiten einzumischen, dass sie weder mit Kriegsschiffen diesseits Phaselis fuhren, noch mit ihren Heeren diesseits des Halys herabkamen, sondern sich in höchster Ruhe hielten.[2]« Dieselbe Angabe in derselben Fassung wiederholt er dann noch einmal gegen das Ende seiner Tage in der ersten 342

---

[1] Panegyr. 118—120. *καὶ τῶν φόρων ἐνίους τάττοντες* kann doch nur heissen: dadurch dass wir Einigen Steuern auflegten d. h. uns einige Geldmittel verschafften, kamen wir in den Stand, den König zu hindern, sich des Meeres zu bedienen. Samos, Chios und Lesbos waren ja in der That mindestens seit 454 steuerfrei und des Isokrates Absicht geht dahin, die Milde der früheren attischen Hegemonie der Härte der gegenwärtigen spartanischen Hegemonie gegenüber in's Licht zu stellen. *Ἐπίσταθμοι* heisst hier doch wohl Besatzungen nicht Vorsteher. [2] Areiopag. 80.

geschriebenen Hälfte des Panathenaikos[1], welcher die Verdienste der Athener und Spartaner um Hellas zum Vortheil der ersteren in Vergleich zu stellen bestimmt ist. »Wie sich beide zu den Barbaren stellten, ist nun zu erwähnen, denn dies ist noch übrig. Unter unserer Herrschaft war es ihnen nicht erlaubt, mit dem Landheere diesseit des Halys herabzukommen, noch mit den Kriegsschiffen diesseit Phaselis zu fahren: unter der Herrschaft der Lakedaemonier erlangten sie nicht allein die Macht, zu marschiren und zu schiffen, wohin sie wollten, sie wurden auch Herren vieler hellenischen Städte. Ist es nun nicht gerecht, die Stadt, welche die edleren und grossherzigeren Verträge mit den Barbaren schloss, die den Barbaren den meisten und schwersten Schaden that, den Hellenen aber Gutes — — mehr zu loben und zu ehren als die, welche in diesen Dingen zurückblieb?«[2]

So Isokrates. Im Panegyrikos verlangt er, dass die Verträge neben einander gelesen werden sollen, hier im Panathenaikos betont er den Abschluss der besseren Verträge Seitens Athens; und daneben sagt er doch im Panegyrikos nicht, dass die Perser vertragsmässig nicht über Phaselis hinausschiffen durften, sondern: »wir hatten sie so zugerichtet und gedemüthigt, dass sie mit keinem Kriegsschiffe diesseits Phaselis landeten, dass sie Ruhe hielten und einen günstigen Moment abwarteten«, und ebenso im Areiopagitikos: »sie waren so weit entfernt, sich in die hellenischen Angelegenheiten einzumischen, dass sie weder mit Kriegsschiffen diesseits Phaselis fuhren, noch mit ihrem Heere diesseit des Halys herabkamen, sondern sich in höchster Ruhe hielten.« Hier wie dort wird lediglich ein factischer Zustand, ein factisches Verhalten der Perser geschildert, offenbar ein Widerspruch zu der Behauptung eines abgeschlossenen Vertrages, zu der Aufforderung diesen neben dem des Antalkidas zu lesen.

Bald nach der Abfassung des Areiopagitikos und bevor Isokrates in der ersten Hälfte des Panathenaikos noch ein Mal jene Vergleichung der besseren und schlechteren Verträge Athens und Sparta's mit Persien vornahm, hat sich Demosthenes zwei Mal über den Frieden Athens mit Persien ausgesprochen. Zuerst im Jahre 351/50 in der Rede für das Gesuch der Demokraten von Rhodos, ihnen gegen die Artemisia von Halikarnass und ihre eigene Oligarchie zu helfen, und dann im Jahre 344/43 in der Rede gegen den Aeschines wegen παραπρεσβεία. In jener sagt er: »die Hellenen haben zwiefache Verträge mit dem Könige, die welche unsere Stadt schloss, die von allen gelobt werden, und nach diesen die der Lakedaemonier, welche getadelt werden.«[3]

[1] Panathen. 267. [2] Panathen. 59—61. [3] Pro Rhodior. libert. p. 199 R.

In dieser führt er zum Beweise, wie unerlässlich die Bestrafung des von Philipp bestochenen Aeschines sei, aus, mit welcher Strenge früherhin Bestechung von Gesandten an diesen geahndet worden, und belegt dies mit dem schlagendsten Beispiel, das ihm für solche Bestrafung zu Gebote stand, mit einem Vorgange, der, wie er behauptet, allen Athenern bekannt sei: »Ihr Alle habt, ich weiss es wohl, die Erzählung gehört, dass Kallias, des Hipponikos Sohn, welcher den von Allen gepriesenen Frieden unterhandelte, dass der König mit der Landmacht nicht auf den Tageslauf des Rosses an das Meer herabkommen und mit den Kriegsschiffen nicht über die Chelidonien und Kyaneen hinausschiffen dürfe, da er bei dieser Gesandtschaft Geschenke genommen zu haben schien, eben nur nicht mit dem Tode büsste, jedoch bei der Rechenschaftslegung zur Zahlung von fünfzig Talenten verurtheilt wurde. Und doch kann Niemand behaupten, dass die Stadt zuvor oder nachher einen schöneren Frieden geschlossen. Aber darauf sahen sie nicht. Denn für des Friedens Ursache hielten sie ihre Tüchtigkeit und der Stadt Ansehen; ob er aber umsonst oder nicht geschlossen, das sei des Gesandten Sache. Wer sich mit öffentlichen Dingen befasse, der müsse sich frei von Gaben halten, das erachteten sie für billig.«[1]

Wie des Andokides Zeugniss, welches vor dem Frieden des Antalkidas liegt, hat die zweite Angabe des Demosthenes vor denen des Isokrates voraus, dass sie die Pointirung des attischen Friedens gegen den des Antalkidas nicht im Auge hat. Bei Demosthenes ist nicht Epilykos, der nach Andokides den Athenern Vertrag und Freundschaft für alle Zeiten mit den Persern geschlossen hat, sondern Kallias der Unterhändler des von Allen gepriesenen Friedens. Den Inhalt desselben giebt Demosthenes, des Isokrates Angabe für das Meer erweiternd, dahin an, dass nicht nur im Süden dem Könige eine Grenze gezogen ist (für Phaselis nennt Demosthenes die chelidonischen Inseln, was etwa auf die gleiche Meereshöhe hinauskommt), sondern auch im Norden. Im Pontos sollen die Kriegsschiffe des Königs nicht über die Kyaneen, d. h. nicht über die Felsen an der Einfahrt aus dem Pontos in den Bosporos, hinausgehen. Beschränkungen für die Landmacht des Königs durch den Frieden hatte uns Isokrates im Panegyrikos nicht angegeben, im Areiopagitikos und Panathenaikos behauptet er, des Königs Heere hätten nach dem Frieden den Halys nicht überschreiten dürfen; Demosthenes giebt den Tageslauf des Rosses vom Binnenlande zur Küste als vereinbarte Grenze. Auffallend genug sind Strafe und Höhe der Strafsumme des Unterhändlers nach

[1] Falsa legat. p. 428. 429 R.

solchem Erfolge, den Demosthenes selbst als den grössten Athens betrachtet. Der Redner empfindet das auch; er fügt zur Erklärung jene Reflexionen hinzu: von jedem Staatsmann hätten damals die Athener verlangt, dass er die Hände rein halte und nicht dem Kallias, sondern ihren Thaten verdankten sie diesen Frieden.

Übereinstimmend in den Friedensbedingungen mit Demosthenes sagt Lykurgos in der dreizehn Jahre nach dessen Anklage des Aeschines gehaltenen Rede (331/30)[1] gegen Leokrates: »Unsere Vorfahren begnügten sich nicht mit dem Tropaeon von Salamis; für die Freiheit der Hellenen setzten sie den Barbaren Grenzen und hinderten jene, diese zu überschreiten, indem sie den Vertrag machten, dass diesseits der Kyaneen und diesseits Phaselis mit den Kriegsschiffen nicht zu schiffen sei, dass die Hellenen autonom seien, nicht nur die, welche Europa, sondern auch die, welche Asien bewohnten.«[2]

Wohl noch einige Jahre, bevor Lykurgos diese Rede hielt, haben zwei Schüler des Isokrates, Ephoros und Theopomp, von diesem Frieden in ihren historischen Werken gesprochen; Ephoros, dessen Arbeiten bereits vor dem Übergange des Alexandros nach Asien bekannt waren, in seiner allgemeinen Geschichte, Theopomp in seinen Philippika. Dass des Ersteren Angaben uns in der bezüglichen Relation Diodors erhalten sind, steht ausser Zweifel. Diodor beginnt sein zwölftes Buch mit einer Betonung des wunderbaren Umschwunges, der Athen in den Stand gesetzt habe, ohne die Lakedaemonier und Peloponnesier die grossen Streitkräfte der Perser zu Wasser und zu Lande niederzukämpfen und deren Herrschaft so zu demüthigen, dass sie gezwungen wurden, die Städte Asiens vertragsmässig freizulassen.[3] Dann erzählt er: »Im Jahre des Euthydemos (richtiger wohl Euthynos 450/449)[4] segelte Kimon nach Kypros und nahm Kition und Marion. Als nun Trieren von Kypros und Phoenikien sich der Insel näherten, ging Kimon wieder zu Schiff ihnen entgegen, nahm hundert feindliche Trieren mit der Mannschaft, versenkte viele andere und verfolgte die übrigen bis nach Phoenikien. Mit den geretteten Schiffen flohen die Perser an die Küste, wo Megabyzos mit dem Landheere lagerte. Die Athener landeten, siegten, tödteten viele Feinde und gingen wieder zu Schiff nach Kypros. Herr des Meeres, unterwarf Kimon im nächsten Jahre, dem des Pedieus (449/448), die Städte auf Kypros. In Salamis aber war eine starke Besatzung, welche die täglichen Angriffe der Athener mit Leichtigkeit zurückwarf. Artaxerxes, von der Niederlage bei Kypros unterrichtet, hielt Rath mit seinen Vertrauten und entschied, dass es nützlich sei, mit den Hellenen Frieden zu machen. Den Be-

[1] Lyc. c. Leocratem 45. [2] Lyc. l. c. 72. [3] Diodor 12, 1. 2. [4] C. I. A. 4, 22ª. 1, 273.

fehlshabern und Satrapen bei Kypros schrieb er, auf die Bedingungen, welche sie erhalten könnten, Frieden zu schliessen. Demgemäss sandten Artabazos und Megabyzos Gesandte nach Athen, wegen des Friedens zu unterhandeln. Die Athener gingen darauf ein und schickten Gesandte mit unbeschränkter Vollmacht, an ihrer Spitze des Hipponikos Sohn Kallias, und so kam den Athenern und den Bundesgenossen der Vertrag des Friedens mit den Persern zu Stande, dessen Hauptpunkte sind: »Alle hellenischen Städte Asiens sind autonom, und die Satrapen der Perser dürfen nicht näher als auf drei Tagemärsche an das Meer herankommen, und kein Kriegsschiff diesseits Phaselis und diesseits der Kyaneen schiffen, und wenn dies der König und die Satrapen halten, so werden die Athener das Land, welches der König beherrscht, nicht angreifen. Nach Abschluss dieses Vertrages führten die Athener ihre Streitkräfte von Kypros zurück, nachdem sie einen glänzenden Sieg erkämpft und die herrlichste Vereinbarung gemacht. Es geschah aber, dass Kimon, als er bei Kypros weilte, an einer Krankheit endete.«[1] Im Jahre des Diphilos kommt Diodor noch einmal auf diesen Frieden zurück. Nachdem er der Vollendung der Gesetzgebung der zwölf Tafeln durch Ancus Horatius und Lucius Valerius Turpinus gedacht, fährt er fort: »Als dies geschah, war bei der Mehrzahl der Völker der bewohnten Erde Ruhe, da fast alle Frieden hielten. Die Perser hatten zweierlei Verträge mit den Hellenen: den mit den Athenern und deren Bündnern, nach welchem die hellenischen Städte in Asien selbständig waren, und den, welchen sie späterhin mit den Lakedaemoniern geschlossen haben, in welchem das Entgegengesetzte festgestellt war, dass die hellenischen Städte in Asien Unterthanen der Perser wären.[2]« Demosthenes sagt in der oben angeführten Stelle: *Εἰσὶ συνθῆκαι τοῖς Ἕλλησι διτταὶ πρὸς βασιλέα: ἃς ἐποιήσατο ἡ πόλις ἡ ἡμέτερα;* Diodor: *οἱ μὲν γαρ Πέρσαι διττὰς συνθήκας εἶχον πρὸς τοὺς Ἕλληνας τὰς μὲν πρὸς Ἀθηναίους κ. τ. λ.* Wer wollte behaupten, dass Diodor hier auf die Parallele zwischen dem Frieden Athens und dem Frieden Sparta's gekommen wäre, wenn er sie nicht in seiner Vorlage gefunden hätte; dass er es sei, der die Worte des Demosthenes ausgeschrieben hat — Ephoros hat sie vor Augen gehabt und ausgeschrieben.

Ephoros-Diodors Bericht von dem Feldzuge auf Kypros ist Thukydides gegenüber nicht zu halten. Die Eröffnung der Friedensunterhandlung durch den König erscheint in dieser Relation kaum begreiflich: gerade während die Athener täglich zurückgeworfen werden, weist er seine Leute an, Frieden zu machen. Die Absicht, den Persern die Initiative

---

[1] Diodor 12, 3, 4. [2] 12, 26.

der Verhandlungen, die Bitte um Frieden zuzuschreiben, ist ebenso wenig zu verkennen, als der rhetorische Zielpunkt, die Athener mit dem glorreichsten Siege und dem rühmlichsten Frieden zurückkehren zu lassen, ausgesprochen vorliegt. Immerhin ist Ephoros der erste, der dem Frieden einen bestimmten Zeitpunkt anweist; bezüglich dessen Inhalts geht er mit den Kyaneen über Isokrates hinaus, an Stelle des Tageslaufes des Rosses bei Demosthenes giebt er die entsprechende Entfernung dreier Tagemärsche eines Fussgängers, an Stelle der Chelidonien des Demosthenes den gleichwerthigen Punkt Phaselis, endlich den Namen des attischen Unterhändlers übereinstimmend mit Demosthenes. Stehen die Worte, welche Isokrates im Panegyrikos und im Areiopagitikos seinen Angaben über den Inhalt des Friedens folgen lässt: »Die Perser vertrauten nun ihrer Macht nicht mehr und erwarteten einen günstigen Moment« und »die Perser hielten sich in höchster Ruhe«, wie bemerkt, im Gegensatz gegen einen vertragsmässigen Abschluss, da sie das Ruhehalten der Perser nicht als ein durch den Vertrag ihnen auferlegtes, einen neuen Angriff nicht als einen durch den Vertrag verbotenen bezeichnen: so verstärkt die bestimmtere Fassung des angeblichen Friedens, die Ephoros giebt, diesen Gegensatz in vollem Umfange. Sie lautet bei Diodor: »Wenn die Satrapen des Königs mit der Landmacht nicht über drei Tagemärsche an das Gestade herankommen, und mit den Schiffen nicht über Phaselis und die Kyaneen hinausgehen, so werden die Athener das Land des Königs nicht angreifen.« Hieraus erhellt sonnenklar, dass nicht über Friedensschluss unter Feststellung der gegenseitigen Grenzen, über Festsetzung abzutretender Gebiete verhandelt worden ist, sondern über eine lediglich eventuelle Gegengewährung Athens für den Fall eines gewissen Verhaltens der Perser: »Wenn ihr uns in Ruhe lasst, werden wir euch ebenfalls in Ruhe lassen.« Damit fällt denn auch die den Persern zugeschriebene Initiative der Unterhandlung. Nicht die Perser erbieten sich, so weit zurückzubleiben, nicht der König sagt: »Ich verzichte auf den Besitz der Inseln und der Küsten, die ihr mir abgenommen habt, ich werde meine Streitkräfte so weit zurückhalten«, sondern die Athener sind es, welche das Angebot machen: »Wir wollen Ruhe halten, wenn ihr euch so weit zurückhaltet.«

Ist Ephoros wie überall, so auch in diesem Friedensbericht bemüht, Athen im günstigsten Lichte zu zeigen, sein Mitschüler beim Isokrates war anderer Richtung. Wegen lakonischer Gesinnung hatte Theopomps Vater Chios um die Zeit verlassen müssen,[1] als Chios in den zweiten attischen Bund trat. Die lakonisch-aristokratische Gesinnung

[1] Phot. c. 176 p. 120 Bekker.

des Vaters war sein Erbtheil, von sich aus nahm er Partei für die Makedonen. Alexanders Verwendung führte ihn in sein Vaterland zurück, die aristokratische Politik, welche er hier vertrat, machte ihn nach Alexanders Tode wiederum zum Flüchtling.[1] Aristokratisch und makedonisch gesinnt, war er von diesem wie von jenem Standpunkte aus im Gegensatze gegen Athen. Von starkem Selbstgefühl erfüllt, stolz auf seine genaue Erforschung der Thatsachen, zornig über die unablässigen Lobreden auf Athen, die er nicht nur von seinem Lehrer vernahm, lag es ihm um so näher, diesem Rühmen und Prahlen mit alten Thaten und Lorbeeren ernsthaft zu Leibe zu gehen, je weniger ihm die Athener der Gegenwart: »diese Ἀπαθηνᾶιοι«, wie er sagt, »diese Schauspieler, diese Ruderknechte und Spitzbuben, diese Sykophanten, diese falschen Angeber und falschen Zeugen, diese Jugend, welche mit den Hetaeren im Tingeltangel charmirt, diese Männer, die bei den Würfeln und anderem Zeitverderb sitzen, dieses Volk, das mehr auf Speisungen und Fleischvertheilungen verwendet als auf die Bedürfnisse des Staates«,[2] Achtung abgewinnen konnten. Voll Missachtung gegen das Athen seiner Tage setzte er auch das alte Athen herunter: »die Schlacht bei Marathon und so vieles Andere, mit dem Athen prahle und die Hellenen beschwindele«: die viel berufene Schlacht ist »nur ein kurzes Scharmützel mit den gelandeten Barbaren gewesen«, »der Vertrag Athens mit den Barbaren ist erfunden, da er nicht in attischen, sondern in ionischen Buchstaben in den Stein gegraben ist.«[3] So dürftig dies auf den Frieden bezügliche Fragment Theopomps ist; es zeigt uns, dass ihm nicht nur die Tradition von diesem Frieden geläufig war, er hat auch eine Inschrift zu Athen gesehen, welche diesen Vertrag enthielt; er erklärt sie aus dem Grunde welchen er anführt, für untergeschoben.

Gewiss nicht viel später als Ephoros und Theopomp hat sich der Neffe und Schüler des Aristoteles, Kallisthenes, über diesen Frieden ausgesprochen. Da er seine hellenische Geschichte mit dem Frieden des Antalkidas begann, hatte er reichlich Ursache, sich um den Frieden zu bekümmern, welchen man zu seiner Zeit dem Frieden des Antalkidas entgegenstellte. Wir kennen des Kallisthenes Ansicht nur aus einer Anführung bei Plutarch. Im Leben des Kimon sagt dieser: die Niederlage am Eurymedon »beugte den Sinn des Königs so tief, dass er jenen vielberühmten Frieden schloss, sich einen Rosseslauf vom hellenischen Meere zu halten, diesseits der Kyaneen und Chelidonien mit langen und erzgeschnäbelten Schiffen nicht zu schiffen.«

---

[1] Suidas Ἔφορος. Phot. l. c. [2] Frgm. 238. 297. 332 Müller. [3] Frgm. 167. 168 Müller.

Am Schlusse der Biographie recapitulirt Plutarch: »Nach Kimons Ende hat kein hellenischer Feldherr eine glänzende Waffenthat gegen die Perser ausgeführt — gegen einander in den Krieg stürzend, verursachten sie unsagbaren Verlust der hellenischen Macht und gaben dem Könige Frist, sich wieder aufzurichten. Lange darnach ging Agesilaos nach Asien und führte einen kurzen Krieg gegen die Feldherren des Königs an der Küste, ohne etwas Grosses und Stattliches auszurichten, und wiederum durch Zwiespalt und Wirren der Hellenen anderen Ursprunges zurückgezogen, ging er davon und lies die Steuereinnehmer des Königs in Mitten der verbündeten und befreundeten Städte zurück, von denen, so lange Kimon das Heer führte, nicht einmal ein Briefträger herabkam, noch ein Ross innerhalb vierhundert Stadien vom Meere gesehen wurde.[1]« Wenn hier an Stelle des Rosslaufes eines Tages bei Demosthenes und der drei Tagemärsche des Ephoros vierhundert Stadien stehen, so ist diese Differenz ohne Bedeutung, denn die vierhundert Stadien geben das Maass der drei Tagemärsche, d. h. zehn Meilen, wie das des Tageslaufes des Rosses wieder; vierhundert Stadien sind genau die Entfernung von Sardes zum nächsten Punkte der Küste in der Luftlinie gemessen. Plutarchs Ansetzung des Friedens nach der Schlacht am Eurymedon ist man geneigt für einen Irrthum des um die Zeiten nicht sehr besorgten Schriftstellers zu halten. Er fügt jedoch seiner Erzählung vom Frieden hinzu: »Kallisthenes sagt dagegen, nicht vertragsmässig habe der König dies — das Entferntbleiben von der Küste, die Nichtüberschreitung der Chelidonien — zugestanden; thatsächlich habe er es, durch jene Niederlage erschreckt, gethan; thatsächlich sei er so weit von Hellas entfernt geblieben, dass Perikles mit fünfzig und Ephialtes mit dreissig Schiffen über die Chelidonien hinausschiffend, keiner feindlichen Seemacht begegnet seien.« Von einer Strategie des Ephialtes nach dem Zuge des Kimon gegen Kypros kann nicht die Rede sein; Ephialtes hat über das Jahr 457 sicher nicht hinausgelebt, und die Verbindung, in welcher Perikles und Ephialtes hier genannt werden, spricht für die Zeiten, da nach des Aristeides Tode beide dem Kimon gegenüber emporkamen. Kallisthenes leugnete somit den Abschluss des Friedens nach der Schlacht am Eurymedon; und wenn er ihn nach dem Zuge von Kypros zugegeben, so hätte uns Plutarch dies nicht verschwiegen. Plutarch fährt vielmehr zur Widerlegung des Kallisthenes fort: »Krateros hat jedoch in seine Sammlung der Volksbeschlüsse die Abschrift des Vertrages als eines abgeschlossenen aufgenommen. Es heisst auch, dass die Athener deswegen der Eirene einen Altar errichtet und den

---

[1] Cimon 13. 19.

Kallias, der ihn unterhandelt, in hervorragender Weise geehrt hätten.« Demnach ist beim Plutarch, wie beim Demosthenes und Ephoros, Kallias der Unterhändler; die hervorragenden Ehren jedoch, welche ihm Plutarch für den Frieden zu Theil werden lässt, stehen im schroffsten Widerspruch zu der »allen Athenern bekannten harten Strafe« des Kallias bei Demosthenes. Weiter erhalten wir dann durch Plutarch Bestätigung der Angaben des Isokrates und Theopomp, dass eine Urkunde dieses Friedens in Athen existirte.

Wenn Aelios Aristeides den Frieden mit den bekannten Bedingungen mehr als ein Mal rühmend erwähnt, so beweist dies nur, dass er die Redner und Ephoros gelesen hat. Bei Suidas und bei diesem allein findet sich die Vereinigung der beiden Ansätze des Friedens nach der Schlacht am Eurymedon oder nach dem Zuge gegen Kypros: Kimon hat ihn nach jener Schlacht geschlossen und den Barbaren Grenzen gesetzt, den Rosseslauf und die Kyaneen und Phaselis mit den Chelidonien, Kallias hat, zum Artaxerxes gesandt, diese Grenzen befestigt, und danach »verwüsteten die Lakedaemonier Eleusis«.[1]

So weit reicht die Überlieferung. Ich schliesse ihrer Durchmusterung gleich an, was an Denkmalen zur Unterstützung derselben aufgeführt wird. Für die hervorragenden Ehren, welche dem Kallias nach Plutarch, »wie es heisst«, zu Theil geworden, würde eine Statue des Kallias sprechen, von welcher uns Pausanias Kunde giebt. Auf dem Markte von Athen, berichtet er, befindet sich in der Nähe der Statuen der Stammheroen ein Standbild des Kallias, »der, wie die meisten Athener sagen, den Hellenen den Frieden mit Artaxerxes, dem Sohne des Xerxes, zu Stande brachte«.[2] Demnach war es nicht nur Theopompos und Kallisthenes, sondern auch eine Minderheit in Athen, welche diesen Frieden in Abrede stellte. Stand die Statue des Kallias bereits auf dem Markte, ein ausserordentliches, Allen sichtbares Ehrendenkmal, als Demosthenes seine Rede über die Missgesandtschaft des Aeschines hielt, wie konnte er Angesichts derselben von der Allen bekannten Bestrafung des Kallias sprechen? Sie stand jedoch damals keines Falles auf dem Markte. Demosthenes selbst ist es, der uns in einer Rede, welche er zwanzig Jahre vor jener Anklage des Aeschines gehalten hat, sagt, dass von allen Athenern dem Konon »zuerst eine Statue, wie dem Harmodios und Aristogeiton, errichtet worden ist«,[3] und lässt zum Beweise den betreffenden Volksbeschluss verlesen. Das Zeugniss ist um so stärker, da der Zweck der Rede war, die vom Volke vordem beschlossenen Auszeichnungen aufrecht zu halten, die Anführung der bestehenden Auszeichnungen war dem-

[1] Suidas Κίμων. Καλλίας. [2] Paus. 1, 8, 2. [3] In Leptinem p. 478 R.

nach auf zweifellos ertheilte und bestehende beschränkt. Einer nach den Tagen des Demosthenes auf dem Markte dem Kallias errichteten Statue würde ein Argument für jenen Frieden nicht zu entnehmen sein.

Plutarch sagte uns aber auch, die Athener hätten dieses Friedens wegen der Eirene einen Altar errichtet. Pausanias berichtet nun zwar nicht, dass ein Altar der Eirene auf dem Markte Athens stehe, aber dass bei den Statuen der Eponymen ein Standbild der Eirene, den Plutos auf dem Arme, sich befinde.[1] Dem Versuche, diese Statue mit dem Frieden des Kallias und dem Altar des Friedens, von welchem Plutarch spricht, in Verbindung zu bringen, steht des Pausanias Angabe entgegen: »Kephisodotos habe den Athenern diese Eirene mit dem Plutos gemacht.«[2] Der ältere Kephisodotos ist der Zeitgenoss Phokions, seine Akme fällt frühestens in die Mitte des vierten Jahrhunderts; er konnte demnach in der Mitte des fünften Jahrhunderts kein Standbild ausführen. Noch weniger selbstverständlich der jüngere Kephisodotos, des Praxiteles Sohn. Überdies sagt uns Nepos, dass der erste Altar des Friedens in Athen nach dem Frieden des Jahres 374 Seitens des Staates errichtet worden sei.[3] Für einen Altar nach dem Frieden des Kallias gegen diese Angabe des Nepos wird der Altar des Trygaeos im Frieden des Aristophanes, der nicht mit Blut befleckt werden soll, kaum beweiskräftig sein. Als Trygaeos sein Friedensopfer bringt, und der Sclave das Messer verlangt, das Schaf kunstgerecht zu opfern, erwidert Trygaeos: »Οὐχ ἥδεται δήπουθεν Εἰρήνη σφαγαῖς, οὐδ' αἱματοῦται βωμός.«[4] Wäre dieser Satz des Trygaeos nicht der Natur des Friedens entnommen — das Schaf wird trotzdem geschlachtet, nur nicht am Altare, und gebraten —, so ist hieraus doch nicht mehr zu schliessen, als dass längst in Athen Sitte gewesen, am Altare der Friedensgöttin, wie auch an anderen Altären geschah, z. B. dem des Zeus Hypatos auf der Burg,[5] unblutige Opfer zu bringen, woraus denn keineswegs folgt, dass nach jenem Frieden des Kallias ein Altar der Friedensgöttin mit unblutigen Opfern gestiftet worden sei, vielmehr dass solcher Altar und solcher Dienst seit Alters bestanden. Dieser Schluss wäre um so unabweislicher, wenn nicht die eine Notiz der Scholien: Trygaeos verbiete das Blutvergiessen der Beendigung des Krieges wegen, sondern die entgegenstehende begründet ist, dass, wie es heisse, an den Synoekesien der Eirene in dieser Weise geopfert werde. Pausanias sagt uns, dass ein Standbild der Eirene im Prytaneion neben dem der Hestia stand,[6] und eine Rechnungslegung aus dem Jahre des Nikokrates (333/332) belehrt

---

[1] Pausan. 1, 8, 2. [2] 9, 16, 2. [3] Timoth. 2. [4] Aristoph. Pax 1019. 1020. [5] Pausan. 1, 26, 5. [6] Pausan. 1, 18, 3.

uns, dass die attischen Strategen im Beginn des attischen Jahres der Eirene ein grosses Opfer brachten, was nicht ganz unblutig gewesen sein kann, da die Einnahme aus dem Hautgelde desselben auf 924 Drachmen angesetzt ist.[1] Althergebrachter Dienst der Eirene in Athen beweist Nichts für einen Friedensschluss zwischen Athen und Persien.

Neben dem negativen Zeugniss der Älteren, dem Wegfall der angeblichen Denkmale des Friedens, leugnet von den positiven Zeugen der Eine der beiden Historiker, die sich unter ihnen befinden, den Frieden, der Andere reducirt ihn auf ein eventuelles Angebot. Vielleicht führt uns eine Prüfung der thatsächlichen Beziehungen zwischen Athen und Persien in der Geltungszeit dieses angeblichen Friedens einen Schritt weiter. Zunächst erledige ich jedoch einige Vorfragen. Zu den Argumenten Krüger's gegen den Frieden gehört der Umstand, dass sich für ihn stets nur die Bezeichnung *ξυνθῆκαι* finde. Aber Thukydides braucht für die drei Verträge zwischen Tissaphernes und den Spartanern abwechselnd die Bezeichnung *ξυνθῆκαι* und *σπονδαί*,[2] und wenn der Friede des Antalkidas beschworen wird, so sind es die Spartaner, die, mit dessen Vollziehung beauftragt, sich die Nachachtung dieses Schiedsspruches des Königs von den Gegnern beschwören lassen und ihrerseits zuschwören.[3] Von anderem, ja entscheidendstem Gewichte gegen den Frieden, welcher die Anerkennung voller Autonomie der ionischen Städte Seitens des Königs stipulirt haben soll, wäre Herodot's bekannte Stelle (6, 42) über die Veranlagung der ionischen Städte zur Grundsteuer für den König nach Niederwerfung ihres ersten Aufstandes durch den Artaphernes: *καὶ τὰς χώρας σφέων μετρήσας κατὰ παράσαγγας — φόρους ἔταξε ἑκάστοισι, οἳ κατὰ χώρην διατελέουσι ἔχοντες ἐκ τούτου τοῦ χρόνου αἰεὶ ἔτι καὶ ἐς ἐμέ, ὡς ἐτάχθησαν ἐξ Ἀρταφέρνεος.* Hätte Herodot geschrieben: *οἳ κατὰ χώρην διετέλεον — καὶ ἐς ἐμὲ*, so wäre von keiner Schwierigkeit die Rede: die Ansätze blieben bestehen bis auf meine Zeit, d. h. bis auf die Schlacht am Eurymedon. Gilt das Präsens, so muss man Grote beitreten, der die Stelle dahin auffasst, dass die Veranlagung zwar fortbestanden, die Erhebung aber fortgefallen sei. Man kann zur Stütze dieser Ansicht anführen, Herodot habe in den Steuerregistern der Satrapieen, welche er erweislich kennt, die Veranlagung für Halikarnass, für Samos, Chios und Lesbos, wie für die gesammten damals eingeschätzten Bezirke unverändert gefunden. Dass die Befreiung Ioniens darin bestanden habe, dass Samos, Chios und Lesbos, die wenigstens seit 454 keinen Beitrag nach Athen zahlten, nach Susa, dass die Küstenstädte nach Delos oder

[1] C. I. G. 157. Boeckh, Staatshaushalt 2^2, 30. [2] Thukyd. 8, 36. 59. [3] Xenoph. Hellen. 5, 2, 25 sqq.

Athen und Susa steuerten, wird Niemand ernsthaft behaupten wollen. Die Nichtzahlung der persischen Veranlagung erhellt überdies klärlichst aus des Thukydides Angaben: Tissaphernes und Pharnabazos erhielten neuerlichst (νεωστὶ, Herbst 413) Befehl des zweiten Dareios, die Steuern der ionischen Städte einzutreiben: worauf sowohl Tissaphernes als auch Pharnabazos, um dem Befehle des Königs nachkommen zu können (διὰ τοὺς φόρους), ihre Unterhandlungen mit den Spartanern eröffnen.[1] Dasselbe beweist die Botschaft, welche Tithraustes achtzehn Jahre später dem Agesilaos zugehen lässt, um ihn aus Asien, zunächst aus seiner eigenen Satrapie zu entfernen: »βασιλεὺς ἀξιοῖ τὰς ἐν τῇ Ἀσίᾳ πόλεις αὐτονόμους οὔσας τὸν ἀρχαῖον δασμὸν αὐτῷ ἀποφέρειν«.[2] Die Städte haben ihm danach bisher nicht gesteuert; der König erbietet sich, ihnen municipale Selbständigkeit unter seiner Hoheit zu gewähren, wenn sie ihrerseits sich verpflichten, ihm den von Alters her gebräuchlichen Tribut zu entrichten.

Spricht demnach jene Angabe Herodots nicht positiv gegen den Frieden, ein starkes Anzeichen für den Frieden ist zwar bisher nicht, kann aber darin gefunden werden, dass die Städte der kleinasiatischen Küste wie die der vorliegenden Inseln im Beginn des peloponnesischen Krieges ohne Mauern sind. Muss hieraus nicht gefolgert werden, dass sie vertragsmässig gegen Persien gesichert waren? Dass Samos nach der Niederwerfung seiner Erhebung gegen Athen nicht befestigt ist,[3] würde für unsere Frage nicht viel beweisen; auffallender schon, dass auch Kameiros auf Rhodos und Kos ohne Mauern sind.[4] Aber auch die Städte des Festlandes: Klazomenae, Lampsakos, Kyzikos,[5] sind nicht befestigt, ja Thukydides sagt ganz allgemein: »Ionien war ohne Mauern«,[6] und bestätigt diesen Satz, indem er bei der Relation vom Abfalle der Ionier nach dem Scheitern der Athener vor Syrakus sagt: »καὶ οἱ μὲν ἀφεστῶτες ἐν τειχισμῷ τε πάντες ἦσαν καὶ ἐν παρασκευῇ πολέμου.«[7] Beruhte diese Entfestigung der ionischen Städte wirklich auf ihrer Sicherung durch einen Friedensvertrag mit Persien? Dem widerstreitet doch, dass die Athener den Teïern eine Befestigung bauten, welche die Stadt nach der Landseite hin schützte.[8] Telekleides sagt den Athenern: »Ihr habt dem Perikles in die Hand gegeben der Städte Steuern und die Städte selbst, diese zu binden und jene zu lösen, die steinernen Mauern zu bauen und dann wieder einzureissen.«[9] Wir werden hiernach wohl annehmen müssen, dass nach dem Aufstande von Samos Athen, nicht weil die Städte gegen die Perser vertrags-

---

[1] Thukyd. 8, 5. 6. [2] Xenohp. Hellen. 3, 4, 25. [3] Thukyd. 8, 50. [4] Thukyd. 8, 41. 44. 108. [5] Thukyd. 8, 31. 62. 107. 3, 34. [6] 3, 30. [7] 8, 14. [8] Thukyd. 8, 16. [9] Plut. Pericl. 16.

mässig gesichert gewesen wären sondern zur Sicherung seiner Herrschaft über die Bündner, die Städte bis auf einige gut gelegene Citadellen[1] entfestigen liess, welche attische Besatzungen erhielten, und einige Werke gegen das Festland für die Städte, welche auf Landzungen lagen. Für Athen kam es gegen etwaige Renitenzen der dortigen Bündner vornehmlich darauf an, dass die Städte an der Seeseite offen waren. Den Bündnern gegenüber liess sich dieses System dadurch decken, dass man ihnen sagte: wir sind nicht stark genug, überall ausreichende Besatzungen zu halten; habt ihr Mauern und gewinnen ein Mal die Perser durch offene Gewalt, der ihr allein nicht stehen könnt, oder durch die medisch Gesinnten in eurer Mitte eure Stadt, so setzen sie sich bei euch fest; seid ihr offen, so lockt ihr die Perser nicht zum Angriff, und wenn dennoch eine Occupation ihrerseits erfolgt, so befreien wir euch von der See her.

Soweit die Vorfragen, nun die Thatsachen. Der Friedensschluss nach der Schlacht am Eurymedon bleibt billig bei Seite; die Aufnahme der Küstenstädte in den Bund, die sechsjährige Kriegführung Athens in Aegypten, der Zug des Kimon nach Kypros, widerlegen diesen Ansatz ausreichend. Demnach können nur die thatsächlichen Beziehungen, die seit dem Zuge des Kimon nach Kypros, d. h. von 449/48 abwärts bis zum Abschluss der Spartaner mit Persien 412/11 zwischen Athen und Persien stattgefunden haben, in Betracht kommen.

Plutarch erzählt von einem Zuge des Perikles mit einer grossen Flotte in den Pontos und fährt dann fort: Dies zwar that Perikles aber »dem Andrängen der Bürger, sich Aegyptens wieder anzunehmen und dem Könige die Meeresküsten zu entreissen, widerstand er.« Athen hatte sich Aegyptens zuletzt eben während des Zuges Kimons nach Kypros angenommen. War unmittelbar nach diesem Zuge Frieden geschlossen, wie kamen die Bürger dazu, den Friedensbruch zu verlangen; der Rebellion in Aegypten, von der wir allerdings wissen, dass sie über das Jahr 448 hinausreichte, neue Hülfe gewähren, dem Könige hier wiederum Krieg machen und ihm die Meeresküsten entreissen zu wollen? Athen erhält im Jahre 445/44 ein sehr erhebliches Geschenk von dem Rebellen in Aegypten, doch sicher nicht in ganz uneigennütziger Absicht. War es erlaubt, war es loyal, wenn Athen zwei oder drei Jahre vorher Frieden mit Persien geschlossen, Geschenke aus der Hand eines Persien sehr gefährlichen Aufrührers zu nehmen? Bestand Frieden zwischen Athen und Persien, wie kam es, dass Zopyros, jenes Megabyzos Sohn, der die Athener bei Prosopitis geschlagen hatte, nach einem unglücklichen Aufstandsversuche

[1] Thukyd. 8, 108.

gegen den König, etwa gegen das Jahr 440, gerade in Athen seine Zuflucht suchte und fand:[1] während anderer Seits danach die von Athen ausgetriebenen Delier in Persien Aufnahme und Schutz finden.[2] War Friede zwischen Athen und Persien, wie konnte der Neffe des Artaxerxes, Pissuthnes, des Hystaspes Sohn, Satrap zu Sardes, den Samiern im Jahre 440 gegen Athen Waffenhülfe leisten; wie konnte er die gefangenen Athener, welche die Samier in seine Hand gaben, festhalten, statt sie den Athenern zurückzugeben? Der Satrap — das ist Grote's Meinung — wird eigenmächtig gehandelt haben. Aber die Trieren der Phoeniker konnte der Satrap von Sardes doch nicht eigenmächtig aufbieten. Wie kamen die Samier dazu, fünf Trieren abzusenden, die phoenikische Flotte heranzuholen? Offenbar wussten doch auch die Athener nichts von einem Frieden zwischen ihnen und Persien, oder wussten sie davon, dann musste doch Thukydides wenigstens ein Wort von Friedensbruch sagen, da die Athener weiter nicht nur eine Abtheilung ihrer Flotte von Samos aus an die karische Küste zur Vorwacht gegen die zu erwartende persische Flotte senden, sondern Perikles selbst, als deren Ansegeln gemeldet wird, ihr mit sechzig Trieren entgegen geht, was dann die Samier in den Stand setzt, die Blokade zu brechen. Die attischen Tributlisten zählen von 454 bis 440 Kaunos in Karien unter den Bündnern Athens auf. Nach Niederwerfung des samischen Aufstandes greifen die Athener Kaunos an. Bei diesem Angriffe bleibt Zopyros, der im attischen Heere kämpft, und die Königin-Mutter Amestris lässt den Kaunier, welcher den Zopyros, ihren Enkel, erschlagen hat, hinrichten. Wie waren die Perser in Besitz von Kaunos gekommen, wenn der Friede vorschrieb, dass ihre Truppen sich drei Tagemärsche von der Küste entfernt zu halten hätten?

Den panhellenischen Congress, den Perikles beruft, um ein gemeinsames Handeln aller Hellenen herbeizuführen, welches doch nur gegen Persien gerichtet sein konnte, und was Aristophanes in den Acharnern von einer Gesandtschaft Athens beibringt, die, unter Euthymenes d. h. 437/36 abgesandt, zwei Drachmen täglich empfangend, mehr als drei Jahre gebraucht, um zum Könige zu gelangen und dann erst nach acht Monaten vorgelassen wird,[3] erörtere ich nicht weiter. Des Verhaltens Athens gegen die Gesandten der Peloponnesier, die 430 nach Susa gehen, ist oben bereits gedacht worden. Bestand der angebliche Friede, wie konnte Pissuthnes in demselben Jahre persische Besatzung in die attische Bundesstadt Kolophon werfen,[4] und andererseits nicht lange darnach die Athener unter Lysikles von Myus aus

[1] Ctes. Pers. 43. [2] Thukyd. 5, 1. 8, 108. [3] Acharn. 60 sqq. [4] Thukyd. 4, 50.

in persisches Gebiet einbrechen?[1] Als die Peloponnesier 427 zuerst eine Flotte nach Ionien senden, geschieht dies in Erwartung der Unterstützung durch persische Streitkräfte.[2] Ihrerseits legen die Athener im Jahre 425 unter persischer Hoheit stehenden Städten im Pontos Contributionen auf, und als sich Herakleia solche zu zahlen weigert, wird Lamachos ausgesandt, Herakleia zu züchtigen,[3] nachdem die Athener bereits zuvor einen Gesandten des ihnen angeblich befreundeten Persiens am Strymon aufgehoben und seiner Briefschaften beraubt haben.

Nach der Kriegspause des Friedens des Nikias finden wir den Pissuthnes und dessen Sohn Amorges im Aufstande gegen den zweiten Dareios; Athen nimmt für die Rebellen Partei. Als Tissaphernes, von König Dareios gegen diese gesendet, heranzieht, sind attische Truppen beim Heere des Pissuthnes;[4] zu derselben Zeit (414) unterhandelt Athen mit dem Satrapen Phrygiens, dem Pharnakes, um auch diesen dem Könige abwendig zu machen,[5] worauf der König seinerseits dem Tissaphernes und dem Sohne und Nachfolger der Pharnakes, dem Pharnabazos befiehlt, die Steuerquoten von den ionischen Städten einzutreiben. Wie konnte der König Tribute von den Statthaltern verlangen, auf welche sein Vorfahr vertragsmässig verzichtet hatte? Bei allen diesen Vorgängen ist ebenso wenig wie bei Unterhandlung und Abschluss der drei Verträge der Spartaner mit dem Tissaphernes, bei der Abtretung Ioniens Seitens Sparta's an den Perserkönig, bei der Verhandlung der Athener mit dem Tissaphernes von entgegenstehenden Verträgen mit Athen, welche hierdurch aufgehoben würden, die Rede. Freilich hat man gerade aus einer Forderung, durch welche Alkibiades letztgedachte Verhandlung zum Scheitern bringt, den Bestand des Friedens erweisen wollen. Die Athener erklären sich bereit, Ionien abzutreten, die vorliegenden Inseln abzutreten, ohne dass, wie bemerkt, von Aufhebung früherer Verträge die Rede ist; endlich brechen die Athener auf die Forderung: dem Könige zuzugestehen, dass er Schiffe baue und sein oder ihr Gebiet befahre, wo ihm gefalle, zornig ab. Hieraus soll folgen, dass dies dem Könige früher nicht zugestanden, demnach müsse ein Vertrag bestanden haben. Dass, wenn Athen ihm Ionien und die Inseln abtrat, der König deren Schiffe aufbieten konnte, war doch selbstverständlich. Die Athener erzürnte, dass sie dies ausdrücklich anerkennen, auf die Seeherrschaft, für deren Behauptung sie Persiens Hülfe suchten, ausdrücklich verzichten sollten.

Allen jenen Zeugnissen, negativen und positiven, der langen

[1] Thukyd. 3, 29. [2] Thukyd. 3, 31. [3] Thukyd. 4, 75. Justin. 16, 3. [4] Ctes. Pers. 52. Andoc. de pace 28. [5] Aristoph. Aves 1028 sqq.

Reihe dieser Thatsachen gegenüber muss der Spruch dahin ausfallen: »Der vielberühmte Frieden ist niemals geschlossen worden.« Wurde aber der berühmte Friede nicht geschlossen, wie kam Andokides, wie kamen Isokrates und Demosthenes zu dem Glauben, zu der Behauptung, dass er geschlossen sei, was hat die Steininschrift Theopomps zu bedeuten, wie erlangte Krateros das betreffende Psephisma? Ist die Gesandtschaft des Kallias, welche Demosthenes so stark betont, die nicht nur Ephoros bestätigt, die auch Herodot erwähnt, ebenfalls nichts als eine Fabel?

Hatte Persien nach dem kyprischen Zuge Grund, mit Athen, hatte Athen nach diesem Veranlassung, mit Persien in Unterhandlung zu treten? Für den König ist diese Frage nach der Lage Persiens, so weit die überlieferten Thatsachen diese zu erkennen gestatten, zu verneinen. Der Zug nach Kypros war zwar keineswegs, wie Krüger meint, erfolglos geblieben. War die Belagerung von Kition misslungen, die attische Flotte hatte nach Kimons Tode, nach Aufhebung derselben keineswegs den Rückzug nach Westen gesucht, welcher von Kition längs der Südküste der Insel nach Rhodos führte, sie war vielmehr ostwärts in das phoenikische Meer vorgegangen, die Streitmacht des Königs aufzusuchen, und hatte dessen Flotte bei Salamis entscheidend geschlagen. Wäre der Sieg über diese nicht vollständig gewesen, so hätte man die persischen Schiffe nicht bis an das Gestade zu verfolgen, noch weniger die eigenen Leute auszuschiffen, den Seesieg durch Vorgehen auf das Festland, durch eine Landschlacht zu vervollständigen vermocht. Solche Verfolgung, die Ausschiffung unter den Augen des Gegners ist nur nach Brechung der Streitkraft seiner Flotte möglich. Der schwere Schlag, welchen die Perser hierdurch empfangen, musste den griechischen Elementen der Insel, den antimedisch Gesinnten in den Städten Muth und Kraft geben. Aber was für Persien auch hier zu befürchten stand, wie bedenkliche Aussichten das fortbrennende und eben durch Hülfe von sechzig attischen Trieren höher angefachte Feuer der Rebellion Aegyptens eröffnen mochte — es waren Gefahren, welche sich auf die Peripherie des Reiches, auf dessen Grenzlande beschränkten, welche den Kern nicht trafen. Neben dem Verluste der Städte auf der Westküste Kleinasiens konnte Persien auch den Verlust von Kypros, von Aegypten ertragen und hat ihn thatsächlich wiederholt Jahrzehnte hindurch ertragen. Die Initiative zur Unterhandlung, welche Ephoros-Diodor dem Artaxerxes und dazu, wie gezeigt, im allerverkehrtesten Momente beilegt, ist somit absolut hinfällig.

Dagegen bestand für Athen die dringendste Veranlassung nach dem kyprischen Zuge mit Persien zum Frieden zu kommen. Kimon

selbst hatte Sparta gegenüber im Herbst 451 nicht mehr erreichen können, als den Abschluss eines Waffenstillstandes auf fünf Jahre. Im Frühling des Jahres 448 war die Hälfte dieser kurzen, beim Aristophanes nach Theer d. h. nach Rüstung riechenden Frist schon verstrichen, die Erneuerung der Feindseligkeiten stand in recht naher Aussicht. Athen hatte die Schwere »des hellenischen Krieges«, wie ihn Thukydides nennt, in vollstem Maasse empfunden, man wusste in Athen jetzt nur zu gut, was es auf sich habe, mit den Peloponnesiern, den Thebanern und Persern zugleich Krieg zu führen. Kam es zum Wiederausbruche des Krieges in Hellas, so fand dieser Athen in noch erheblich ungünstigerer Lage als während des kürzlich beendeten Kampfes. Argos hatte das Bündniss mit Athen aufgegeben und Frieden auf dreissig Jahre mit Sparta geschlossen. Athen war um einen Bundesgenossen ärmer, und dieser Rücktritt von Argos machte bei Erneuerung des Krieges die Gesammtkraft Sparta's, die Gesammtkraft der Bündner Sparta's auf dem Peloponnes gegen Athen verfügbar. War danach Verzicht auf weitere Offensive gegen Persien unerlässlich, um Athen wenigstens ausgeruht in den neuen Kampf treten zu lassen, so war noch dringender angezeigt, auch etwaiger Offensive von Seiten dieses Gegners, wenn irgend möglich, vorzubeugen. Sie stand freilich im Augenblicke nicht zu besorgen, aber Sparta's erneute Waffenerhebung konnte solche doch nach sich ziehen. Gelang es, ein Abkommen mit Persien zu treffen, entzog man damit Sparta die Hoffnung, dass Athen gleichzeitig von Persien angegriffen werde, wenn Sparta die Waffen nach Ablauf des Stillstandes wieder erhob, die Hoffnung, dass ihm Unterstützung von Persien zu Theil werden könne, so gewann Athen damit zugleich Aussicht, dass Sparta von Wiedererhebung der Waffen überhaupt abstand, dass die durch Persiens Fernhaltung verringerten Chancen, es über Athen davonzutragen, die Spartaner bestimmten, den Frieden zu verlängern, den Besitzstand Athens in Megara, Troezen, Aegina, Achaia als dauernd anzuerkennen. Und nicht nur Persien, Sparta und Theben, auch den eigenen Bundesgenossen gegenüber musste es für Athen wünschenswerth erscheinen, zum Frieden mit Persien zu kommen. Die Bewegungen und Aufstände, welche in Milet, Erythrae und Kolophon stattgefunden, mahnten nicht nur zur Vorsicht, zur Schonung der Bündner bezüglich starker Anforderungen an ihre Kriegsleistungen, sie mahnten auch dazu, den medisch Gesinnten in den jenseitigen Bundesstädten die Aussicht auf Anlehnung an Persien zu nehmen. War denn Athen dazu verurtheilt, ewig mit Persien im Kriege zu liegen, war denn das Ziel, die Befreiung Ioniens, nicht erreicht, wohin wollte man noch weiter vordringen, welchen Kriegs-

zweck konnten weitere Angriffe haben? Athen vermochte dazu eben jetzt, Persien mit vollen Ehren Frieden zu bieten. Die Niederlage von Prosopitis war gerächt, die See- und Landschlacht beim kyprischen Salamis hatte die Überlegenheit der attischen Waffen den Persern auf's Neue eindringlich bewiesen.

Angesichts dieser Lage war es die Pflicht jedes einsichtigen attischen Staatsmannes zu versuchen, ein Abkommen mit Persien zu treffen. Ephialtes war in den Krieg gegen Persien und den Peloponnes durch Persiens Rüstungen an der syrischen Küste, das Hülfsgesuch des Inaros und den Übertritt Megara's von Sparta zu Athen gekommen; die gleiche und schwerere Complication dem durch Argos Rücktritt und Thebens Zutritt verstärkten Gewichte der Gegner gegenüber zu vermeiden, war dringend geboten. Dass sich Perikles, dem nach Kimons Tode die Leitung des Staates wieder zufiel, dieser Pflicht und diesem Gebote nicht entzogen hat, dass er die Initiative zum Abkommen mit Persien genommen hat, beweist die gesammte Haltung der attischen Politik unter seiner Leitung Persien gegenüber, beweisen die Vorwürfe seiner Gegner, dass er der Verlegung des Bundesschatzes nach Athen den besten Grund durch Einstellung des Krieges gegen Persien entzogen, dass er den Gegensatz gegen Persien aufgegeben habe, um die Bündner knechten zu können.[1] Nicht ohne starke Opposition der kimonischen Partei wird Perikles den Beschluss, Unterhandlungen mit Persien anzuknüpfen, durchgesetzt haben. Die Einleitung derselben durch Zurückrufung der siegreichen Trieren von Kypros und der dem Amyrtaeos von Kimon gesandten Hülfsflotte war kaum glücklich. Letztere wenigstens muss auf Befehl zurückgekommen sein, wenn man nicht annehmen will, dass das Zusammentreffen beider Geschwader auf der Heimfahrt das Werk des Zufalles gewesen ist. Man bringt den Gegner nicht zum Frieden, wenn man sich friedlich zeigt; nur dadurch, dass man ihm noch grössere Nachtheile als er bisher erfahren in Aussicht stellt. Die Grundlagen für ein Abkommen zu finden, dessen Annahme in Susa möglich schien, war nicht leicht. Athen hatte die persische Macht schwer geschädigt, aber nicht gebrochen. Seine eigene Machtstellung beruhte auf der Befreiung Ioniens, auf dem Schutze der Inseln, der Hellenenstädte Asiens gegen Persien. Der Verzicht des Königs auf diese musste unerlässlich gefordert werden, wenn Athen nicht selbst auf Alles verzichten wollte, was ihm die letzten drei Jahrzehnte in harter Anstrengung eingetragen. Welche Gegenconcession hatte Athen zu bieten? Es war doch nicht allzuviel, nicht mehr als: vertragsmässiger Verzicht auf jede weitere Offensive gegen

[1] Plut. Pericl. 12. 20. Thukyd. 3, 10.

Persien, auf jede Ausdehnung des attischen Besitzstandes über das gegenwärtige Bundesgebiet hinaus, nebst dem Verzicht auf Unterstützung der kyprischen Städte, des Aufstandes in Aegypten, auf jede Unterstützung irgend einer Erhebung gegen den König. War der Verzicht auf ferneren Angriff gegen Persien nach dem soeben wiederum erfochtenen See- und Landsiege Athens von Werth für Persien, viel grösseren Werth musste dort der Verzicht auf Unterstützung der Aufstände, namentlich des der Aegypter haben. Trotzdem hat Perikles schwerlich verkannt, dass sich Artaxerxes kaum zu förmlicher Abtretung der Gebiete, welche Athen ihm entrissen, insbesondere der Meerengen und Küstenstädte herbeilassen werde. Das Verlangen, welches in Susa gestellt wurde, musste demnach möglichst limitirt, bescheiden gefasst sein, wenn Aussicht auf Annahme, auf Gelingen vorhanden sein sollte. Der Vorschlag Athens ging somit nicht auf einen Frieden, nur auf ein Abkommen, das Abkommen nur auf einen modus vivendi: »halten sich die Truppen der Satrapen drei Tagemärsche von der Küste, hält sich die Flotte des Königs fortab jenseits der Kyaneen und jenseits Phaselis, so werden sich die Athener und ihre Bundesgenossen jeder Feindseligkeit gegen Persien enthalten, Aufstände im persischen Reiche fortan nicht mehr unterstützen«.

Bei Anknüpfung von Unterhandlungen mit Persien hatte Athen mit grösster Vorsicht zu verfahren. Jeder Schritt dieser Art musste bei den Bündnern, am meisten bei den Städten der jenseitigen Küste die Besorgniss wachrufen, dass auf ihre Kosten verhandelt werde, dass es sich um ihre Preisgebung handele, wodurch dann diese und jene Stadt darauf verfallen konnte, solcher Preisgebung durch eigenes Angebot bei den Satrapen, in Susa zuvorzukommen. Man musste demnach mit grösster Offenheit und Loyalität vorgehen, dem Bundesrathe, allen Bundesgenossen die Grundlage wie die Tragweite der Unterhandlung, die Athen eröffnen wollte, vor deren Beginn unzweifelhaft darlegen. Wurden die Bündner dadurch versichert, dass sie Persien nicht preisgegeben werden sollten, wurde zweifellos klargestellt, dass Ionien frei bleiben werde, so war die Waffenruhe mit Persien den Bündnern nicht weniger, vielmehr noch erwünschter als den Athenern. Die Vollmachten der Gesandtschaft mussten genau umschrieben, sie mussten allen bekannt, allen zugänglich sein. Somit erklärt nicht nur die Wichtigkeit des betreffenden Volksbeschlusses, welcher Vollmacht und Instruction der Gesandten festsetzte, sondern auch die offen vorliegende, unerlässliche Rücksicht auf die Bundesgenossen die Publication desselben mittels Eingrabung in Stein. Es ist dies die Instruction der Gesandten feststellende Psephisma, welches Krateros in seine Sammlung aufnehmen konnte, es ist dies die Steinschrift,

gleichviel ob in attischen oder erneut in ionischen Buchstaben, welche Theopomp sah und für gefälscht erklärte. Auf Grund der Vollmachten dieses Psephisma ist Kallias mit neun Genossen, im Herbst 449 oder im Frühling 448 nach Susa gegangen. Herodot erwähnt ihn als Haupt einer Gesandtschaft nach Susa, Demosthenes und Ephoros als Leiter der bezüglichen Verhandlungen. Unter seinen Genossen wird sich Epilykos befunden haben, hat sich Diotimos befunden, der dem Damastes von Sigeion erzählt hat, die Gesandtschaft sei von Kilikien in vierzig Tagen nach Susa gelangt.[1]

So wenig die Sendung selbst zweifelhaft ist, so zweifellos ist auch deren Scheitern. Was hätte den König bewegen sollen, auch nur thatsächlich auf höchst werthvolle Besitzungen zu verzichten; stand doch für ihn beim Fortgang des Krieges nicht mehr als schlimmsten Falles der Verlust von Kypros und Aegypten in Aussicht, und wenn ihm offenbar erwünscht war, dass Amyrtaeos von Athen nicht weiter unterstützt würde, so gab er dagegen seinerseits die Unterstützung der Gegner Athens in Hellas auf, die jedes Abkommen, welches er mit Athen traf, entmuthigen musste. Dass solche Erwägungen dem Hofe von Susa nicht fern lagen, zeigt der gleichzeitige ermuthigende Bescheid, welcher der Gesandtschaft der Argiver zu Theil wurde: Argos könne auf die Freundschaft des Königs unbedingt zählen. Welche Motive aber in Susa auch die Abweisung des modus vivendi, den Athen anbot, entschieden, die Ablehnung desselben ist zweifellos erwiesen durch des Thukydides Schweigen über die gesammte Unterhandlung (welchen Grund hätte er gehabt, im Summarium eines missglückten Versuches zu gedenken), durch Herodots verhüllende Angabe des Auftrages des Kallias, von dem er sehr gute Kenntniss haben konnte und auch wohl hatte. Er nennt das ἕτερον πρῆγμα, welches Kallias auszurichten hatte, wohl nicht bloss darum nicht, weil die vergebliche Sendung ein Echec der Politik des Perikles war, sondern weil es unräthlich schien, im Beginne des peloponnesischen Krieges, als die Peloponnesier eifrig mit Persien anzuknüpfen trachteten, davon zu reden, dass Athen selbst sich mit Persien zu stellen gesucht hatte. Neben dem Schweigen des Thukydides, dem Verhüllen Herodots stellt jene lange Reihe der oben angeführten feindlichen Be-

[1] Auf die betreffende Stelle Strabons (p. 47) hat mich A. Kirchhoff aufmerksam gemacht. Des Strombichides Sohn Diotimos ist anderweit bekannt; Thukyd. 1, 45. 8, 15. Xenoph. Hellen. 6, 3, 2. Nur an dieser Gesandtschaft kann er betheiligt gewesen sein; die unter Euthymenes ging von Ephesos aus, die spätere gelangte überhaupt nur bis Ephesos. Die Hinauffahrt des Kydnos bis Susa ist freilich starkes Missverständniss, aber man erreichte von dort den Tauros überschreitend die Westbiegung des Euphrat. Von der Grenze Kilikiens bis Susa giebt Herodot 251 Parasangen, die nach ihm in 50 Tagen zurückgelegt wurden.

rührungen zwischen Athen und Persien das Scheitern der Unterhandlung ausser Zweifel.

Die Unterhandlung war gescheitert. Nichts natürlicher, als dass die kimonische Partei, die derselben widerstrebt hatte, als Vergeltuug für die Abweisung, Fortsetzung des Krieges gegen Persien verlangt hat, dass jetzt, wie Plutarch meldet, die Bürger darauf drängten, Athen müsse sich Aegyptens wiederum annehmen. Perikles widerstand, wie uns Plutarch sagt, und wie die gesammte Staatsleitung des Perikles seit diesen Moment zeigt, auch weiter mit einer gleich zu bemerkenden Ausnahme der Wiederaufnahme des Krieges gegen Persien. Sein Gedanke war offenbar: Was vertragsmässig nicht zu erreichen war, kann Athen factisch eintreten lassen. Athen kann sein Verhalten von dem Persiens abhängig machen. Wir gehen über unseren Besitzstand nicht hinaus, wir reizen Persien nicht, wir geben ihm keinen Anlass zu neuem Kriege, wir unterstützen die Aufstände nicht und erwarten in dieser Haltung, was der Gegner beginnt. Plutarch fährt fort, nachdem er des Perikles Widerstand, Aegypten zu unterstützen, erwähnt hat: »wie weise Perikles gehandelt, das Übergreifen und die Vielgeschäftigkeit zu verhindern und die Macht Athens zusammenzuhalten, zeigte sich, als nun die Lakedaemonier nach Delphi zogen und den Phokiern den Tempel zu Delphi nahmen, und als darauf die Euboeer und Megarer abfielen.«[1] Der kecke Zug der Spartaner nach Phokis vor Ablauf der Waffenruhe kann sehr wohl durch das Scheitern der Unterhandlung Athens in Susa motivirt gewesen sein: hatte doch Athen vergebens versucht, sich gegen Persien sicher zu stellen.

Wenn das Psephisma, welches die Grundlagen des modus vivendi fixirte, nicht minder die Sendung des Kallias nach Susa Thatsachen sind, so halte ich auch die Bestrafung des Kallias, welche Demosthenes als ein allen Athenern bekanntes Factum erwähnt, für erfolgt, jedoch nicht wegen der Gesandtschaft nach Susa. Eine Anklage des Kallias, der in verwandtschaftlicher Beziehung zu Perikles stand und dessen Politik unterstützte, wie die Sendungen nach Susa und Sparta, die er übernahm, beweisen, wäre doch nur als ein Versuch der Gegner des Perikles zu verstehen, die Absicht des Friedensschlusses mit Persien an diesem zu rächen. Aber das Misslingen in Susa war vielmehr den Gegnern des Perikles in Athen erwünscht. Mit welchem nur scheinbaren Grunde hätte man die Heliasten glauben machen wollen, Artaxerxes habe Ursache gehabt, einen Gesandten zu bestechen, dessen Anträge er einfach abgelehnt hatte? Kallias hat aber nicht

[1] Plut. Pericl. 20—22.

nur in Susa unterhandelt. Proxenos Sparta's, hat er mit dem Chares und dem älteren Andokides den dreissigjährigen Frieden mit Sparta verhandelt, dessen Bedingungen für Athen ausserordentlich nachtheilig waren, dessen Nachtheile noch zwanzig Jahre später in Athen lebhaft empfunden wurden, als die Spartaner im Jahre 425 Friedensanträge machten. Vermögen wir heute die Motive nicht zu erkennen, welche den Perikles bewogen, diese Bedingungen damals zur Annahme zu bringen, die Gegenpartei wird einen so üblen Abschluss am wenigsten gerechtfertigt gefunden haben und für die Annahme desselben sich durch Anklage des Unterhändlers gerächt haben. Wenn die Spartaner den Pleistoanax und den Kleandridas bestraften, weil sie den Athenern nicht härter zugesetzt,[1] wie hätten die Gegner des Perikles sich enthalten sollen, den Mann anzuklagen, dessen Frieden so weit hinter dem fünfjährigen des Kimon zurückblieb, der Athen um Pagae, Nisaea, Achaia und Troezen gebracht hatte! In dem Unterhändler trafen sie den Perikles. Die Bestrafung des Kallias für den Frieden von 445 hat Demosthenes auf dessen Unterhandlung von 448 übertragen.

Des Perikles Autorität war damals noch keineswegs unbestritten. Nicht nur die Bestrafung des Kallias, die hierher gehören muss, war eine Niederlage für ihn, das Geschenk des Amyrtaeos erneute jeden Falles nach dem Frieden mit Sparta das Drängen der Gegner, Aegypten wieder zu unterstützen. Um etwas zu thun, vielmehr zu thun scheinen als zu thun, die Bürgerschaft zu beschwichtigen, unternahm Perikles jene Fahrt in den Pontos, von der ich anderen Ortes zeigen werde, dass sie nur in dieser Zeit geschehen sein kann. Es folgte der Ostrakismos des »Cheiron« des Perikles, wie der Komiker Platon, des »politischen Rathgebers« des Perikles, wie Aristoteles den Damon nennt, ein höchst empfindlicher Sieg der Gegenpartei. Erst nach der Ostrakisirung des Thukydides, die kaum vor 442 liegen wird, stand des Perikles Leitung unbestritten fest.

Die Zurückhaltung Athens Persien gegenüber, welche Perikles nach dem Zuge des Kimon eintreten liess; die sinkende Energie des Perserreichs, das es vorerst auch seiner Seits zu keiner ernsten Offensive brachte; der damit eingetretene halbe, nur von den oben erwähnten Feindseligkeiten unterbrochene Friedensstand haben den Rednern des vierten Jahrhunderts gestattet, auf Grund jenes Psephisma und der Gesandtschaft des Kallias zu dem »vielgerühmten Frieden« zu gelangen.

[1] Thukyd. 2, 22. 5, 16. Ephor. frgm. 118 M. Plut. Pericl. 22.



Altaramäische Inschriften aus Teimâ (Arabien).

Von Th. Nöldeke,
in Strassburg i. E.

Hierzu Taf. VI und VII.

Euting schreibt am 12. Juni von Jerusalem:

»In den Ruinen der uralten Teimâ (تَيْماء = תימא Jes. 21, 14)[1] habe ich am 17. Februar 1884 in einem Gebäude neueren Datums, Ṭlêḥân ظليحن genannt, als Thürpfosten senkrecht eingemauert, einen Stein gefunden, der zwar von Hrn. Huber schon vor vier Jahren gesehen, aber in seiner Bedeutung nicht erkannt worden war. Die Stele besteht aus einer grauen Sandsteinplatte von 42^{cm} Breite, 98^{cm} resp. 110^{cm} diagonalem Durchmesser; die Dicke der Platte ist 11^{cm} Das untere Ende ist schräg abgebrochen.«

»Auf der Schmalkante links ist das Porträt des Königs in rein assyrischer Tracht; darunter Opferscene vor einem Altar mit gehörntem Stierkopf. Am Fuss eine zweizeilige Inschrift צלם שזב כמלא[2].«

»Auf der Vorderseite der oben abgerundeten Stele befindet sich die Inschrift in 24 (oder vielleicht 25) Zeilen. Der Stein stak mit dem Kopf abwärts, Z. 5 bis zur Spitze der Rundung, im Boden. Die unmittelbar darüber aus dem Erdreich hervorschauenden Zeilen waren natürlich am meisten der Beschädigung ausgesetzt, und ist deshalb für Z. 5—9 kaum irgend ein Buchstabe erhalten. Dagegen bieten die Zeilen 10—22 einen ziemlich wohl erhaltenen und interessanten Text.«

»Die Schrift gehört zur ältesten aramäischen und kommt den kleinen Denkmälern, welche auf babylonischen Thontafeln des British Museum erhalten sind, auch der Schrift auf dem Löwen von Abydos ziemlich gleich.«

»Was die Technik anbelangt, so sind die Buchstaben in Hautrelief aus der Fläche des Steines ausgeschnitten, ein Verfahren, das in el-ʿÖla und in Teimâ besonders beliebt gewesen zu sein scheint.«

---

[1] »Gesprochen fast wie Têmâ, beinahe ohne i« (Euting).

[2] Vielmehr כמרא; s. unten.

So weit Euting. Dazu fügt derselbe die Handzeichnung, welche hier in Tafel VI in genauer Reproduction erscheint.

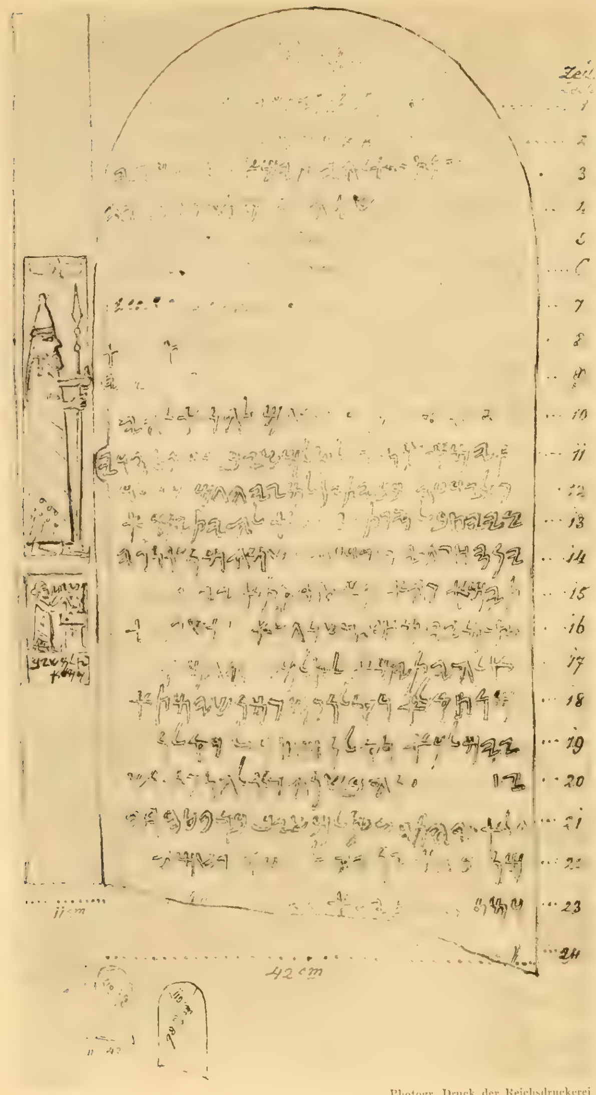
Inzwischen ist in Strassburg noch (nebst vielen Abklatschen anderer Inschriften) angelangt erstens ein Abklatsch von Z. 10 bis zum Ende, zweitens einer von Z. 14 bis zum Ende, drittens einer vom unteren Bilde mit der Unterschrift. So viel der Zustand des ersten und namentlich des zweiten Abklatsches zu wünschen übrig lässt, so haben dieselben doch meinem Freund Landauer und mir bei der Entzifferung gute Dienste geleistet: freilich hätten wir ohne Euting's Abzeichnung aus ihnen allein viel weniger herausgebracht.

Dass Euting's Zeichnung im Ganzen treu ist, versteht sich von selbst. Natürlich kann es aber, schon wegen der starken Verkleinerung des Maassstabes, nicht fehlen, dass diese oder jene Einzelheit bei einem Buchstaben auf dem Abklatsch doch etwas anders aussieht. Mitunter ist auf der Zeichnung ein Strich etwas zu lang gerathen (z. B. beim ל nach oben, beim ד oder ר nach unten); das ע in ולזרעה Z. 12 ist nach dem Abklatsch ausnahmsweise nach oben geschlossen u. s. w. Auf der Zeichnung tritt nicht ganz deutlich hervor, dass die Gestalt und selbst die Lage einzelner Buchstaben auf der Inschrift stärker schwankt, als es z. B. auf guten phönicischen Denkmälern zu geschehen pflegt. Übrigens war die Schrift ursprünglich sehr leserlich; dass uns jetzt so manches dunkel bleibt, liegt nur an der starken äusseren Beschädigung. Einiges werden wir vielleicht dereinst doch noch besser erkennen, namentlich wenn der Stein, der sich auf dem Wege nach Deutschland befindet — allerdings nicht gerade auf dem nächsten — wirklich bei uns ankommen sollte. Auf alle Fälle soll die jetzige Publication nur eine provisorische sein; eine genauere müssen wir Euting selbst vorbehalten.

Die folgende Transscription beruht auf derjenigen, die Euting auf der Reise ohne alle wissenschaftliche Hülfsmittel in Eile gemacht hat. Landauer und ich haben nur Einzelheiten verbessert. Ersterer hat dabei das Meiste geleistet; er hat z. B. sofort erkannt, dass Z. 18 und 19 nicht, wie Euting zweifelnd las, נ:קלן, sondern דקלן steht und dass Z. 20 [ש]:נה zu ergänzen sei. Ferner stellte er die Vermuthung auf, dass die untere Zeile unter dem Bilde כמרא laute, und diese Vermuthung hat sich durch sorgfältige Prüfung des Abklatsches vollkommen bewährt.

In der Unterschrift ignoriere ich die mehr oder weniger deutlichen Spuren von einzelnen Buchstaben im oberen Theil, für welche wir keinen Abklatsch haben.





Photogr. Druck der Reichsdruckerei

Th. Nöldeke: Altaramäische Inschriften aus Teimâ (Arabien).

1

2

3 זי נצר אלהי תימא .ל[צל]ם זי

4 שמה זי נמאה ...... אה

5

6

7

8

9

10 הגם להן אלהי

11 תימא [י]חצן לצלם שזב בר פטסרי

12 ולזרעה בבית צלם זי הגם וגבר

13 זי יחבל סותא זן אלהי תימא

14 ינסחוהי וזרעה ושמה מן אנפי

15 תימא והא [ז]א צדקתא זי...

16 צלם זי מחר. ושנגלא..אשז.א

17 אלהי תימא לצלם [זי] הגם א. — צלם שזב כמ־א

18 מן חקלא דקלן ...ומן שימתא

19 זי מלכא דקלן III III כל דקלן

20 IZ ...[ש]נה בשנה ואלהן ואנש

21 לא יהני בצלם שזב בר פטסרי

22 מן ב.תא זן. ול[זר]עה ושמה

23 כמן ....לא...

24

Anmerkungen.

Z. 11. Das ח im zweiten Wort ist nach dem Abklatsch ziemlich sicher, viel weniger das צ.

Z. 12. Die Spuren auf dem Abklatsch führen für das letzte Wort mit ziemlicher Sicherheit auf וגבר.

Z. 13. Auf סותא זן führen die Spuren, aber nicht sicher.

Z. 14. Das zweite Wort ist kaum ולזרעה.

Z. 18. Nach dem dritten Wort stand eine Ziffer.

Z. 21. Im zweiten Wort ist zwischen י und ה allerdings ein kleiner Zwischenraum, aber kaum Platz genug für ein ehemaliges ת, obgleich man eher יתהני erwartet. Das vorletzte Wort ist sicher בר; der Schaft des ר geht zwar ziemlich tief, aber nicht ganz so tief wie auf der Zeichnung. Euting wollte hier בן lesen.

Z. 10 ff. lassen sich etwa folgendermaassen übersetzen:

10 »HGM. Aber die Götter

11 von Teimâ mögen beschützen (?)[1] das Bild des SchZB, Sohnes des Petosiri,

---

[1] Lesung und Deutung unsicher. Sehr nahe liegt die Vermuthung, dass Z. 3 fast dieselbe Redensart stand.

12 und seinen Saamen im Bildhaus des HGM. Und ein Mann,
13 der verdirbt dies (?) . . . . : die Götter von Teimâ
14 mögen entfernen ihn und seinen Saamen und seinen Namen von der Oberfläche
14 von Teimâ! Und dies ist die Gebühr, so . . .
16 das Bild des . . . .
17 die (der?) Götter von Teimâ dem Bilde des HGM:
18 vom Felde x[1] Dattelpalmen und vom Schatz
19 des Königs 6 Dattelpalmen, im Ganzen Dattelpalmen
20 21 + y, Jahr für Jahr. Und Götter und Menschen
21 sollen keinen Nutzen ziehen vom Bilde[2] des SchZB, Sohnes des Petosiri.
22 . . . . seinem Saamen und Namen . . .[3]

Links davon unter dem Bilde steht:

»Bild des SchZB, des Priesters.«

Es handelt sich um ein geweihtes, durch Flüche gegen Verletzungen geschütztes Bild eines (doch wohl schon verstorbenen?) Priesters. Was HGM ist, ob ein Gott oder ein Mensch[4] oder was sonst, weiss ich so wenig wie, was die Wesen in Z. 16 bedeuten. Das Bild wird mit jährlichen Einkünften ausgestattet, die etwa zu Todtenopfern dienen sollen. Dass jene im Ertrage einer bestimmten Anzahl von Dattelpalmen bestehen, ist in einer Datteloase ganz natürlich. Interessant ist der Gegensatz vom Schatz (d. i. Eigenthum) des Königs und »Feld«, d. i. vermuthlich der Gesammtbesitz der Unterthanen; man beachte, dass »das Feld« mehr zahlt als der König.

Der Vater des Priesters trägt deutlich den ägyptischen Namen Petosiri = Pet-Osiri; zwar hat das ס Z. 21 nach der Zeichnung und beiden Abklatschen und Z. 11, wo der Abklatsch undeutlich, wenigstens nach der Zeichnung eine ungewöhnliche Gestalt, aber es kann nicht wohl ein anderer Buchstabe sein. Für שזב liesse sich, wie mir Dümichen sagt, zur Noth auch ein ägyptisches Äquivalent finden, aber nur zur Noth. Näher liegt also eine semitische Ableitung, sei es aus dem aram. ܫܘܙܒ שֵׁיזִב, sei es, wie ich vorziehen möchte, aus شزب »dürr, mager sein« Kâmil 377, 10. 526, 3. Ḥamâsa 68 v. 2, einer durch Assimilation des harten Zischlautes an das *b* bewirkten

---

[1] Wenigstens 15, höchstens 23. [2] d. h. aus dem Eigenthum desselben.

[3] Diese sehr unvollkommene Übersetzung wird hoffentlich mit der Zeit noch manche Ergänzung und Berichtigung erfahren. Aber doch möchte ich denen, die neue Deutungsversuche unternehmen, zu bedenken geben, dass auch Landauer und mir noch allerlei näher und ferner liegende Vermuthungen aufgestiegen, aber aus guten Gründen von uns unterdrückt sind.

[4] Als arabische Eigennamen kommen die Diminutiva الهُجَيم und هُجَيمة vor.

Erweichung des gleichbedeutenden شسب Labîd, Diwân 139. Aus dem Namen des Vaters darf man nicht ohne weiteres schliessen, dass er ein wirklicher Aegypter gewesen sei. Bei einem arabischen Handelsvolk, das mit Aegypten verkehrte, konnte ebensogut ein ägyptischer Name vorkommen, wie sich im sechsten und siebenten Jahrhundert n. Chr. Araber mit persischen Namen Bistâm und Zibriqân oder mit griechisch-römischen Rûmânûs (Ibn Athîr 1, 478) Rûmân (öfter), قُحْمان, قُحْمانة Ἡγεμών, زينب Ζηνοβία genannt haben.

Die Schrift zeigt einen sehr alten Typus. Euting setzt daher das Monument mit grosser Wahrscheinlichkeit noch vor 500 v. Chr., ja ist nicht abgeneigt, bis zum achten Jahrhundert hinaufzugehen. An sich wäre ja freilich die Möglichkeit nicht abzuleugnen, dass sich in einer so abgelegenen Oase eine ganz alte Schriftgattung länger erhalten hätte als in ihrem Heimathlande; aber wahrscheinlich ist das für unseren Fall nicht. Dazu kommt, dass das Bild des Königs mit der Lanze auf vorpersische Zeit deutet. Ich muss es allerdings bessern Kennern überlassen, zu bestimmen, in welche Zeit dessen Tracht gehört und aus welchem Lande sie herzuleiten ist; sie erinnert aber jedenfalls an die assyrische. Vielleicht ist die Kopfbedeckung auf dem Steine selbst der assyrischen Krone noch ähnlicher als auf der Zeichnung.

Die Sprache der Inschrift ist dasselbe Aramäisch, das wir auf allen älteren aramäischen Inschriften und auf den ägyptischen Papyrus treffen und das auch nur wenig von der Sprache der aramäischen Theile des A. T. abweicht. Das Relativ ist זי, und entsprechend scheint זא und זן zu stehen; doch sind beide Formen nicht sicher. Zu beachten ist die Optativform ינסחיהי Z. 14, ganz wie אַל יבהלוך Dan. 5, 10: der Indicativ würde ינסחינה sein. So ist auch das nicht klare Verb in Z. 11 eine Optativform auf ו (nicht ון) wie אַל ישתנו Dan. 5, 10. צדקתא hat noch das ursprüngliche צ, ohne die in den anderen aramäischen Dialekten zur Geltung gelangte Assimilation, welche צ in ד verwandelt. Der St. emph. wird mit א geschrieben,[1] aber in שנה steht für auslautendes â ה: so vielleicht in Z. 4 מאה »hundert«. Auslautendes ê ist י in יהוי Z. 21. Lange inlautende Vocale werden ausgedrückt nicht blos in בית, sondern auch in שימתא, ינסחיהי, nicht aber in der Pluralendung דקלן, אלהן. — Syntaktisch ist auffällig der St. abs. בית צלם זי הגם Z. 12 (und wohl auch צלם [זי] הגם Z. 17), da שימתא זי מלכא zeigt, dass auch hier vor dem זי des Genitivs der St. emph. gebraucht wird.

Was wir von der Inschrift lesen können, genügt, um uns zu

[1] In תימא تيماء ist das א etymologisch begründet und war wohl auch consonantisch hörbar.

überzeugen, dass dem Verfasser diese Sprache ganz geläufig war. Grammatik und Phraseologie sind echt aramäisch: in letzterer erinnert Einiges an das A. T.

Selbst wenn wir von der Inschrift noch weniger verständen, als es der Fall ist, so wäre dieselbe doch überaus wichtig. Eben die blosse Thatsache, dass hier im Innern Arabiens in sehr alter Zeit eine solche Inschrift in aramäischer Sprache und aramäischen Buchstaben gesetzt worden, ist hoch bedeutsam. Natürlich folgt daraus nicht, dass die damaligen Einwohner von Teimâ, welche das A. T. zu den Kindern Ismaels rechnet (Gen. 25, 15 = 1 Par. 1, 30), Aramäer waren; sind doch in persischer Zeit auch in Aegypten viele aramäische Documente von Nicht-Aramäern verfasst, und haben doch selbst die Satrapen von Kleinasien, die weder Aramäer waren, noch über Aramäer herrschten, aramäische Inschriften auf ihren Münzen: aber auf alle Fälle zeigt sich hier ein sehr starker Cultureinfluss seitens der Länder aramäischer Zunge auf Araber, ein Einfluss, der sich in verschiedener Weise bis zur Entstehung des Islâms fortgesetzt hat. Unsere Inschrift muss übrigens dazu beitragen, die Ansicht zu stärken, dass das Aramäische nicht erst unter den Achämeniden weit über seine Heimath hinaus zur Schrift- oder gar Staatssprache geworden ist, sondern dass das schon in der assyrischen Periode mindestens begonnen hat. Nicht umsonst wird 2 König. 18, 26 = Jes. 36, 11 als selbstverständlich vorausgesetzt, dass ein hoher assyrischer Beamter aramäisch rede.

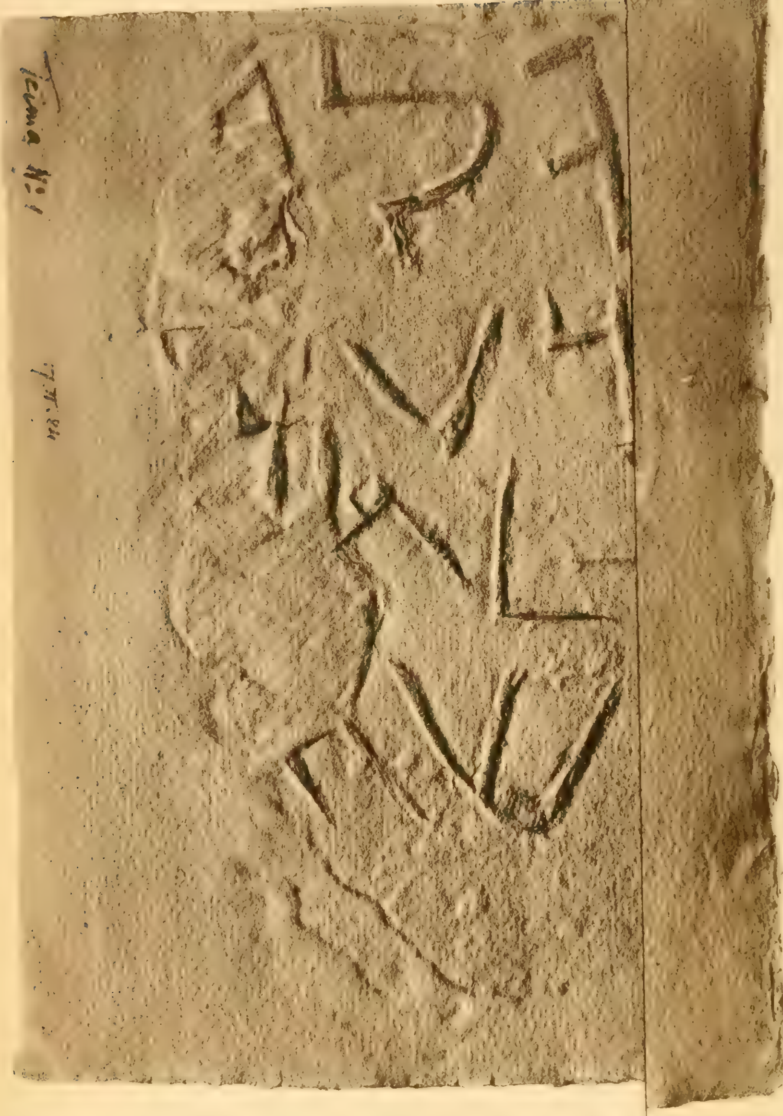
Ferner ist vom höchsten Interesse, dass wir in dieser Gegend in uralter Zeit eine so hohe Cultur entdecken: geordneten Gottesdienst mit Bildern, Tempeln und Opfern, vornehmen Priestern, Inschriften u. s. w. Diese Cultur ist noch lange geblieben, denn Euting hat dort und in benachbarten Gegenden eine grosse Menge Inschriften gefunden, einige die noch als altaramäische bezeichnet werden können,[1] viele nabatäische,[2] viele sabäische (himjarische) und eine Anzahl in Charakteren, die noch nicht, oder wenigstens wohl nicht gehörig entziffert sind. Unzweifelhaft beruhte die Cultur von Teimâ und anderen Orten im nordwestlichen Arabien auf dem Handel: Hiob 6, 19 in einer Stelle, die möglicherweise mit unserer Inschrift ungefähr gleichaltrig ist, werden ja die Karavanen Teimâ's den Reisezügen Saba's an die Seite gestellt. Ohne seine Handelsbedeutung wäre Teimâ im A. T., welches vom Innern Arabiens sonst wenig Notiz nimmt, schwerlich wiederholt erwähnt (ausser an den genannten Stellen Gen. 25, 15 = 1 Par. 1, 30 und Hiob 6, 19, noch Jes. 21, 14 und Jer. 25, 23).

---

[1] S. unten.

[2] Zum grossen Theil nach den Jahren der grade regierenden Könige datiert.





der Reichsdruckerei.

Ist unsere Inschrift nun so alt, so fällt manches Bedenken gegen die frühe Datirung sabäischer Inschriften durch D. H. Müller fort, denn man darf doch annehmen, dass höhere Bildung in Jemen älter ist als in Nordarabien.

Die nordarabische Cultur ist wahrscheinlich langsam verfallen, seit der Seeweg dem Landhandel immer mehr Abbruch that und seit Jemen selbst mehr und mehr herunter kam. Einzelne Zerstörungsacte wären wohl immer bald wieder ausgeglichen, wenn der Handel weiter geblüht hätte. Übrigens war Teimâ durch seinen Dattelreichthum für Arabien eine gewisse Bedeutung gesichert; das gilt entschieden von Muhammed's Zeit und, wie es scheint, einigermaassen auch noch von der unseren.

Welchen Vorsprung der Betrieb des Karavanenhandels giebt, das sieht man am besten daran, dass die Koraischiten, die letzten Erben der alten Handelsvölker, obwohl an Reichthum und an äusserer Cultur diesen durchaus nicht gleich, doch eine geistige Überlegenheit gewonnen haben, welche sie in einer gewaltigen Zeit zu Führern der andern Araber gemacht hat.

Ich schliesse hieran zwei Inschriften, gleichfalls aus Teimâ, welche eine etwas jüngere Form dieser aramäischen Schrift zeigen. Die eine, vierzeilige, stammt aus dem bescheidenen »Schlosse« (Qaṣr) des ʿAbd al ʿazîz el ʿEnqrî (ألعنقرى), Statthalters des Emîrs Muḥammed ibn Rašîd. Ich übersende mit Prof. Barak's gütiger Erlaubniss einen der beiden vorzüglichen Abklatsche, die Euting gemacht hat: s. das Facsimile auf Tafel VII, unverkleinert.

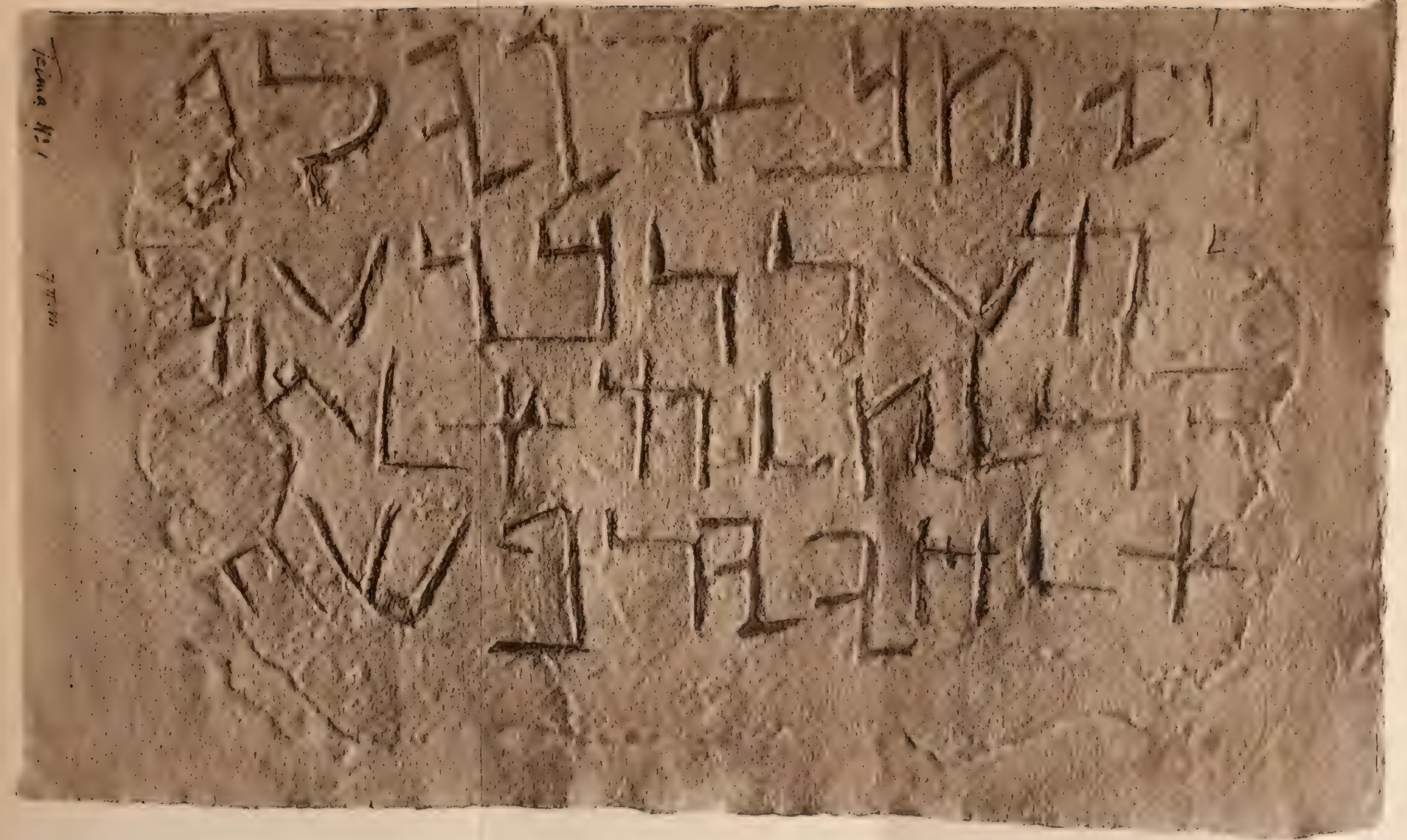
Man liest

[ז?]ן יתבא זי קר
ב מענן בר עמ
רן לצלם אלה
א לחיי נפשה

1 Dies ist der Sitz, den dar-
2 brachte Muʿannin, Sohn des ʿIm-
3 rân, dem Bilde des Got-
4 tes für sein eignes Leben«

Was unter dem »Sitz« zu verstehen ist, weiss ich nicht. Der Name des Vaters ʿImrân findet sich als Ἐμράνου (Genitiv) bei Wetzstein, Ausgew. Inschr. aus dem Haurân 17 und ist als عمران beliebt vor und zu Muhammed's Zeit.[1] מענן liesse sich auch passivisch Muʿannan lesen; ich kenne von dieser Wurzel als arabische Eigen-

[1] Muhammed nennt deshalb so mit leichter Umwandlung den Vater Mose's עמרם.



Th. Noldeke: Al... ...sche Inschriften aus Teim... Arabien).



namen عِنَّن, عَنَّة, عَنّ vergl. palmyr. ענני, ענני (griech. Genitiv Ἀνανίδος) de V. 124[a, b] und hebr. ענניה, ענני, ענן.

Das ע hat hier schon ganz die späte Gestalt; auch andere Buchstaben wie ח zeigen schon etwas jüngere Formen, während z. B. das ז, י, א noch wie auf der alten Inschrift aussehen. Seltsam gestaltet ist das ק. Die Steifheit der Schrift ist wohl mehr als Modesache anzusehen denn als eigentliches Characteristicum. Zu beachten ist, dass dreimal ein Wort am Ende der Zeile abgebrochen wird.

Die Schrift ist jedenfalls noch weit älter als die ältesten nabatäischen aus dieser und aus anderen Gegenden. Das Monument, das gleichfalls auf dem Wege nach Europa ist, dürfte immerhin früher sein als die Zeit Alexanders.

Von der anderen Inschrift konnte Euting nur eine Zeichnung machen, die er glücklicherweise vollendet hatte, ehe es der Besitzer merkte. Der Stein befindet sich nämlich »im Hause eines fanatischen Pfaffen, des Khaṭib Muḥammed ibn ʿAtiq محمّد بن عتيق «, der ihm nicht erlaubte, einen Abklatsch zu nehmen. »Der Stein (Basalt) bildet die Schwelle eines Zimmers und steckt mit dem Anfang (rechts) unter dem Thürpfosten. Schrift hocherhaben.« Euting's Zeichnung ist:

Man liest .... בר שעלן ברת שבען

d. i. [»Grab der NN., Tochter des NN.] Sohnes des Schaʿlân, 70 Jahr alt«.

Wenn die unter ungünstigen Umständen nachgemachte Zeichnung ganz genau ist, so kann das erste Wort allerdings nicht gut בר sein; doch halte ich das immerhin für die wahrscheinliche Lesung. Zu שעלן vergleiche die Namen شُعَل und شَعْل (Σάλος Wetzstein a. a. O. und Waddington 2206, wenn das nicht سَبْل ist oder wenn da nicht gar Σάδος, Σάδον = سعد zu lesen ist). Die Deutung בְּרַת שַׁבְעַן »70 Jahr alt« verdanke ich wieder Landauer. Dies kleine Monument wird in der Zeit dem eben besprochenen sehr nahe treten, da die Schrift ganz dieselbe ist.

Ausgegeben am 17. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1884.
XXXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

17. Juli. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Vahlen las die umstehend folgende Abhandlung über Theokrit's Hiero.

2. Eine von dem ständigen technischen Hülfsarbeiter der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission Hrn. H. F. Wiebe eingereichte Mittheilung über den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern wurde von dem Vorsitzenden vorgelegt und gleichfalls für den heutigen Sitzungsbericht bestimmt.

3. Am 16. d. Mts. hat Hr. Duncker sein funfzigjähriges Doctorjubiläum gefeiert. Die Akademie hat denselben durch die unten folgende Adresse beglückwünscht.

4. Die Akademie hat ihr ordentliches Mitglied Hrn. Lepsius am 10. d. Mts. durch den Tod verloren.

5. Die HH. Paul Foucart, Directeur de l'école française in Athen, und Georges Perrot, Directeur de l'école normale in Paris, wurden zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe gewählt.

6. Die Wittwe des am 22. Juli 1784 geborenen Astronomen Friedrich Wilhelm Bessel, Frau Geheimräthin Johanna Bessel geb. Hagen in Königsberg, überreicht der Akademie aus Anlass der bevorstehenden hundertjährigen Wiederkehr dieses Tages eine Sammlung

hinterlassener Manuscripte ihres verstorbenen Gemahls. Die Akademie nimmt diese Schenkung dankend entgegen und wird die Papiere, unter denen namentlich die auf die »Fundamenta Astronomiae« bezüglichen Originalrechnungen ein besonderes Interesse beanspruchen, bei ihren Sammlungen verwahren.

7. Hr. Prof. Dieterici in Charlottenburg übersendet das zweite Heft seiner Ausgabe der Abhandlungen der Ichwan es Safâ.

Über Theokrit's Hiero.

Von J. Vahlen.

Die unter Theokrit's Namen überlieferte Gedichtsammlung enthält zwei sicher von Theokrit herrührende Gedichte, welche durch die historischen Bezüge in ihnen die Frage nach der Zeit ihrer Entstehung nahelegen und deren Beantwortung zu ermöglichen scheinen, das xvi., welches Hiero ii von Syrakus zum Mittelpunkt genommen, und das xvii., das Loblied auf König Ptolemäus Philadelphus von Ägypten: zwei Gedichte, die zwar nicht der Dichtgattung angehören, welche Theokrit begründet und als unbestrittener Meister beherrscht hat, denen aber daraus einiges an Interesse zuwächst, dass sie gleichsam die beiden Pole bezeichnen, zwischen denen Theokrit's Leben und Dichtung sich bewegt hat, der aus seiner Sicilischen Heimath Anschauungen und Motive zu den glücklichsten Erzeugnissen seiner Muse gezogen, und auf Ägyptischen Boden verpflanzt, an der Alexandrinischen Kunstblüthe einen eigenthümlichen und vorragenden Antheil genommen hat. Die historischen Voraussetzungen und Anspielungen in beiden Gedichten sind wiederholt von philologischer und historischer Seite vorübergehend genützt oder eingehender erörtert worden. Aber selbst über die zeitliche Abfolge derselben hat die bisherige Untersuchung kein festes Resultat erzielt, geschweige, dass Zeit und Situation, aus der jedes von beiden hervorgegangen, mit befriedigender Klarheit festgestellt sei: dies zum Theil darum, weil einzelne Verse aus ihrem Zusammenhang gehoben und mit anderweitig bezeugten Thatsachen in Beziehung gesetzt, Schlüsse zu erlauben schienen, die an dem Ganzen der Gedichte gemessen, keinen Bestand haben. Indem ich die Untersuchung aufnehme, schlage ich den hermeneutischen Weg ein, d. h. suche dem Dichter auf dem Gange seiner Gedankenentwickelung folgend vor allem der Grundanschauung Herr zu werden, aus welcher alles geflossen ist und in der das Einzelne seine Erledigung finden muss, um mir so auf dem Boden der Gedichte selbst den Maassstab zu bereiten, an welchem die hineinspielenden historischen Ereignisse zu messen sind. Scheint dieses Verfahren, das bei meiner Betrachtungsweise unerlässlich ist, andern umständlich oder auch langweilig zu sein, so entschädigt vielleicht der längere Weg dadurch, dass er an

einigen Nebenfragen vorbeiführt, deren Erledigung hier und da für die Erklärung einen kleinen Gewinn abzuwerfen verspricht: beschränken aber werde ich mich für jetzt auf das erste der beiden genannten Gedichte, den Hiero, oder wie die dem doppelseitigen Inhalt angepasste Aufschrift lautet, Χάριτες ἢ Ἱέρων.

Theokrit hebt mit einem zum Exordium abgesonderten allgemeinen Gedanken an, der zugleich zur Ankündigung seines eigenen Vorhabens gewendet ist.

> Αἰεὶ τοῦτο Διὸς κούραις μέλει, αἰὲν ἀοιδοῖς,
> ὑμνεῖν ἀθανάτους, ὑμνεῖν ἀγαθῶν κλέα ἀνδρῶν.
> Μοῦσαι μὲν θεαὶ ἐντί, θεοὺς θεαὶ ἀείδοντι·
> 4 ἄμμες δὲ βροτοί, οἱ δὲ[1] βροτοὺς βροτοὶ ἀείδωμες.

'Musen und Sänger preisen immer Unsterbliche und sterblicher Männer Ruhm': beide beides; dann die Sonderung: 'Musen sind Göttinnen, Göttinnen singen (wie billig) von Göttern. Wir aber' (sagt Theokrit von sich, wie V. 6 ἡμετέρας Χάριτας), 'wir sind sterbliche Menschen, so lasst uns, die wir sterblich, Sterbliche besingen.' Denn so, wenn der letzte Vers zugleich die eigene Ankündigung des Dichters enthält, scheint passender Anschluss für den folgenden gewonnen. Da nämlich der Bereitwilligkeit des Dichters nicht die Bereitwilligkeit der Hörer entspricht, so entsteht zunächst die zweifelnde Frage, wem ein Lied willkommen sei, und werden wir schon hier erinnert, dass kein Enkomium im strengen Sinne zu erwarten, wie XVII und XXII, die ihren Gegenstand gleich an der Schwelle nennen.

> ἄμμες δὲ βροτοί, οἱ δὲ βροτοὺς βροτοὶ ἀείδωμες.
> 5 τίς γὰρ τῶν ὁπόσοι γλαυκὰν ναίουσιν ὑπ' ἀῶ
> ἡμετέρας Χάριτας πετάσας ὑποδέξεται οἴκῳ
> ἀσπασίως οὐδ' αὖθις ἀδωρήτους ἀποπέμψει;

'Lasst uns Sterbliche besingen: wer will denn von Jetztlebenden unsere Grazien in geöffnetem Haus gastfreundlich aufnehmen und nicht ohne Gastgeschenk wieder entlassen?' Die Ausdrücke deuten die Vorstellung gastlicher Aufnahme an, wie sie V. 27 fg. ausspricht; πετάσας οἴκῳ aber (V. 6) verbindet sich eng, und das Participium, zu dem man τὰς πύλας ergänzt, empfängt vielmehr nach anderwärts[2] erläutertem Gebrauch aus ὑποδέξεται οἴκῳ einen pronominalen Accusativ, αὐτόν; denn πετάσαι οἶκον wird nicht minder richtig gesagt sein als, was

---

[1] Ich halte die alte, auch handschriftlich bezeugte, Verbindung fest, welche οἱ δὲ zum Folgenden zieht, während die neueren Interpreten (mit Näke Opp. 2, 109) ἄμμες δὲ βροτοὶ οἵδε, vorziehen, letzteres für den Vers, aber jenes unstreitig für den Ausdruck angemessener.

[2] Ind. lect. 1879 S. 7 u. 1883 S. 7. Vergl. Athen. Epit. 1 p. 3 c ἀναπεπταμένην ἔχοντι τοῖς φίλοις τὴν οἰκίαν.

häufiger ist, πετάσαι (ἀναπετάσαι) τὰς πύλας, τὰς θύρας; wie lateinisch *panditur interea domus* (Virgil) und *panduntur portae* (Tibull). Die folgenden Verse aber geben in der Form der Anknüpfung den Grund, weshalb Theokrit seine Grazien nicht entsenden will, ohne sich freundlicher Aufnahme derselben versichert zu haben.

αἱ δὲ σκυζόμεναι γυμνοῖς ποσὶν οἴκαδ' ἴασι
πολλά με τωθάζοισαι, ὅτ' ἀλιθίαν ὁδὸν ἦνθον,
10 ὀκνηραὶ δὲ πάλιν κενεᾶς ἐν πυθμένι χηλοῦ
ψυχροῖς ἐν γονάτεσσι κάρη μίμνοντι βαλοῖσαι,
ἔνθ' αἰεί σφισιν ἕδρα ἐπὴν ἄπρηκτοι ἵκωνται.

'Wer wird meine Grazien aufnehmen und nicht ohne Geschenk entlassen; denn sie sind unwirsch und zürnen, wenn sie nutzlosen Weg gemacht haben': ὅτ' (V. 9) ist ὅτε, nicht ὅτι, wie Einige meinen, und die Worte ὅτ' ἀλιθίαν ὁδὸν ἦνθον gehören nicht zu τωθάζοισαι allein, sondern zu dem ganzen Satz, der ohne sie einer unentbehrlichen Bestimmung entrathen würde. In wenigen Zügen, aber anschaulich, zeichnet Theokrit einen solch verdriesslichen Heimgang seiner Grazien: er hat sie persönlich ausgestattet, mit nackten Füssen, wie Bettlerinnen, kehren sie heim, und höhnen den Dichter, der sie vergeblichen Gang thun hiess; und bleiben, den Kopf voll Scham auf die frostigen Kniee gesenkt, träge am Boden des leeren Kastens liegen und wollen den Dichter nicht wieder zu Gesängen begeistern. In seine Grazien hinein legt der Dichter die Stimmung, die ihn selbst erfüllt nach erlittener Abweisung (etwa wie Id. 30, 11 ff. der Liebhaber und sein θυμός sich in Wechselrede anklagend und vertheidigend ergehen), aber so, dass zugleich die concrete Vorstellung der Gedichte hineinspielt, deren volumina in ihren scriniis lagern, wenn Niemand sie begehrt, wie Juvenal dem Dichter räth (Sat. 7, 26), da doch mit der Dichtung nichts mehr zu gewinnen sei, *clude et positos tinea pertunde libellos*, 'schliesse die Gedichte in den Kasten und lasse sie von Motten zerfressen.' Die Interpreten des Theokrit wiederholen noch immer die von dem Scholiasten (in der ὑπόθεσις des Gedichts) aufgetischte Erinnerung an die beiden κιβώτια des Simonides, deren eines für die χάρις, das andere für den ἄργυρος bestimmt gewesen, aber ohne darüber aufzuklären, wie man sich den Gebrauch, den Theokrit von jener Erzählung mache, vorzustellen habe. Nach den verschiedenen Versionen zu urtheilen, in denen die Anecdote vorliegt bei Plutarch u. a. (worüber Wyttenbach in seinem Commentar zu Plutarch De sera numinis vindicta p. 555 f. S. 375 fg. und Schneidewin Simonidis Cei Carm. reliq. p. xxv), scheint der ursprüngliche Sinn zu sein, dass Simonides, der in dem Rufe stand, seine Muse nicht ohne Lohn zu bemühen, die Zumuthung ein Loblied zu dichten und dafür den

Dank (*χάρις*) des Belobten zu empfangen, abgelehnt habe mit dem sprechenden Hinweis auf seine beiden *κιβώτια*, von denen das für die *χάρις* bestimmte leer, das andere gefüllt gewesen. Wie aber damit Theokrit's Fiction von den träge am Boden des leeren Kastens harrenden *Χάριτες* sich reime oder welchen Gewinn Theokrit aus dem Vergleich mit Simonides ziehe, ist schwer begreiflich, und möchte man glauben, dass schon der Scholiast (vielleicht weil Simonides in diesem Gedichte eine Stelle gefunden, V. 44) zur Unzeit sich mit einer gelehrten Reminiscenz drapirt habe, deren es zum Verständniss der Theokritischen Verse nicht bedurfte.[1] Das aber entnehmen wir dem Ausdruck des Unmuthes, der diese Darstellung eingegeben, dass Theokrit mit seinen Dichtungen unliebsame Erfahrungen gemacht hatte, die er nicht wiederholt zu sehen wünscht. Die Frage von V. 5 wieder aufnehmend, fügt er jetzt auch die Antwort hinzu: 'Wer ist von den jetzt lebenden von solcher Art (dass er meine Grazien willfährig aufnehmen wollte), wer wird den Lobpreisenden lieben? Ich weiss es nicht: denn nicht mehr wie ehedem beeifern sich die Männer um edle Thaten gepriesen zu werden, sondern sind von der Gewinnsucht bezwungen'; und bahnt sich so den Weg zu der den ersten Theil des Gedichtes füllenden Ausführung, welche die den Musen abgeneigte Habsucht geisselt und ihr entgegen die Dichter als die alleinigen Vermittler des Nachruhms preist. Drastisch, wie in lebendigem Zwiegespräch, enthüllt er die Gesinnungen dieser Geizhälse, denen der Gewinn über alles geht und die Dichtkunst ein nutzloser Zeitvertreib ist.

16 *πᾶς δ' ὑπὸ κόλπῳ χεῖρας ἔχων πόθεν οἴσεται ἀθρεῖ*
ἄργυρον, οὐδέ κεν ἰὸν ἀποτρίψας τινὶ δοίη,
ἀλλ' εὐθὺς μυθεῖται· 'ἀπωτέρω ἢ γόνυ κνάμα·
αὐτῷ μοί τι γένοιτο, θεοὶ τιμῶσιν ἀοιδούς.
20 *τίς δέ κεν ἄλλου ἀκούσαι, ἅλις πάντεσσιν Ὅμηρος.*
οὗτος ἀοιδῶν λῷστος, ὃς ἐξ ἐμεῦ οἴσεται οὐδέν.'
δαιμόνιοι, τί δὲ κέρδος ὁ μυρίος ἔνδοθι χρυσὸς
κείμενος; οὐχ ἅδε πλούτου φρονέουσιν ὄνασις,
24 *ἀλλὰ τὸ μὲν ψυχᾷ, τὸ δὲ καί τινι δοῦναι ἀοιδῶν.*

'Jeder die Hände im Sack sieht sich um, wo er Geld gewinnen kann, nicht einmal (*οὐδὲ*) den Grünspan davon abreibend würde er Einem geben, sondern gleich (wie Einer ihn angeht) spricht er 'Das Knie ist mir näher als das Schienbein[2]: möge mir selbst etwas zu

[1] Viel Überlegung verräth doch auch nicht, was in derselben *ὑπόθεσις* steht: *μηδὲν οὖν εἰληφὼς παρὰ τοῦ Ἱέρωνος ὁ Θεόκριτος, διὰ τοῦτο τὸ εἰδύλλιον τοῦτο πεποίηκε καὶ Χάριτας αὐτὸ ἐπέγραψεν, ἐν ᾧ καὶ τὰ τοῦ Σιμωνίδου κτλ*, obwohl auch diese Nachricht neueren Interpreten kein Bedenken eingeflösst hat.

[2] Die geläufige Form des Sprüchwortes *γόνυ κνήμης ἔγγιον* hat Theokrit durch *ἀπωτέρω* leise umgebogen: der Sinn kann aber auch so nur sein 'ich bin mir selbst der

Theil werden, für die Dichter sorgen die Götter. Wer möchte auch einen andern hören, allen ist genug der eine Homer. Der ist mir der beste der Sänger, der aus meinem Hause (ἐξ ἐμεῦ)[1] nichts davon tragen will.' 'Ihr Unseligen' erwiedert der Dichter 'was aber für Gewinn ist es, dass das unzählige Geld ungenützt im Hause liegt. Nicht das (dass es da liegt) ist in den Augen Verständiger (φρονέουσιν) der Vortheil des Reichthums, sondern Einiges zu eigenem Vergnügen zu kehren, Einiges auch einem der Sänger zu geben (und nicht, wie ihr, zu sagen, der ist mir der beste, der von mir nichts begehrt).' Mit diesen drei Versen (22—24), die vom Vorigen nicht abzulösen sind, ist die Antwort an die Geizhälse, deren Einen Theokrit redend eingeführt hat, beschlossen: davon getrennt aber sind die folgenden Infinitive, welche nicht mit δοῦναι V. 24 gleichartig, wie dieses an ὄνασις (23) hängen, sondern selbständige Mahnungen in zweckmässiger Abfolge enthalten, die ihren Abschluss finden in dem Finalsatz (V. 30) ὄφρα καὶ εἰν Ἀίδαο κεκρυμμένος ἐσθλὸς ἀκούσῃς, der nicht blos zu dem letzt vorangegangenen Μουσάων δὲ μάλιστα τίειν ἱεροὺς ὑποφήτας (V. 29) gehört, sondern die ganze Reihe von V. 25 beschliesst, und durch seine Form zeigt, dass er mit der Anrede δαιμόνιοι (V. 22) nicht mehr in Verbindung gedacht ist.[2]

Nächste', womit das gleich folgende αὐτῷ μοί τι γένοιτο fast wie zur Erläuterung des Sprüchwortes sich verbindet. Um von Fritzsche's seltsamer Schreibung und Erklärung nicht zu reden, auch Ed. Hiller, dessen verdienstliche Erneuerung Fritzsche's erklärende Ausgabe erst recht nützlich und geniessbar gemacht hat, scheint nicht richtig zu deuten: 'deine Poesien liegen mir ferner als andere wichtigere Dinge; um diese habe ich mich zunächst zu kümmern.'

[1] Vgl. Aristophanes Fried. 1149 κἀξ ἐμοῦ δ' ἐνεγκάτω τις τὴν κίχλην. Und so ist, wenn ich nicht irre, auch Id. 22, 61 zu verstehen, μήτε σύ με ξείνιζε, τά τ' ἐξ ἐμεῦ οὐκ ἐν ἑτοίμῳ 'das in meinem Hause (ἐξ = ἐν) liegt für dich nicht bereit.' Hiller's Anstoss an dem Gedankenausdruck erledigt sich durch die Annahme, dass das Futurum οἴσεται den Begriff des Wollens enthält, den es nach bekanntem, von den Grammatikern, z. B. Kühner 2, S. 148, erläutertem Sprachgebrauch haben kann; auch bei Theokrit 14, 67 heisst εἰ τολμασεῖς 'wenn du wagen willst.'

[2] Mit dieser schon von andern vorgenommenen Trennung der Sätze (mit Punktum hinter ἀοιδῶν V. 24) dürfte sich vielleicht der Anstoss an ἀοιδῶν erledigen: wenigstens will keiner der mir bekannten Vorschläge recht befriedigen, wenn man eine einzige an ὄνασις hängende Reihe (von 23—33) annimmt. Denn setze man ὀπαδῶν oder ἑταίρων, die noch am ehesten passenden Sinn ergeben, immer wird der Leser an dem Fortschritt von τὸ δὲ καί τινι δοῦναι ἑταίρων (ὀπαδῶν) zu πολλοὺς δ' εὖ ἔρξαι παῶν κτλ sich stossen, während letzterer Satz, als Anfang eines neuen Gedankens genommen, geschickter nicht gewählt sein konnte. Übrigens würde auch bei ἑταίρων, ὀπαδῶν und was sonst vermuthet worden, die partitive Wendung τινι δοῦναι ἑταίρων (anders 17, 110 fg.) nicht wohl zu rechtfertigen sein, die allein angemessen scheint bei ἀοιδῶν, welche in der für sich genommenen Antwort des Dichters (22—24) nicht fehlen durften. Freilich lassen auch die freistehenden Infinitive in imperativem Sinne, die deutlicher ohne δ' (πολλοὺς εὖ ἔρξαι) sich abheben würden, ein Bedenken offen, es sei denn dass die gleichartige Reihe den mitten unter die übrigen gestellten Infinitiv

25 πολλοὺς δ' εὖ ἔρξαι παῶν, πολλοὺς δὲ καὶ ἄλλων
ἀνθρώπων, αἰεὶ δὲ θεοῖς ἐπιβώμια ῥέζειν,
μηδὲ ξεινοδόκον κακὸν ἔμμεναι ἀλλὰ τραπέζῃ
μειλίξαντ' ἀποπέμψαι ἐπὴν ἐθέλωντι νέεσθαι,
Μουσάων δὲ μάλιστα τίειν ἱεροὺς ὑποφήτας,
30 ὄφρα καὶ εἰν Ἀίδαο κεκρυμμένος ἐσθλὸς ἀκούσῃς
μηδ' ἀκλεὴς μύρηαι ἐπὶ ψυχροῦ Ἀχέροντος,
ὡσεί τις μακέλᾳ τετυλωμένος ἔνδοθι χεῖρας
33 ἀχὴν ἐκ πατέρων πενίην ἀκτήμονα κλαίων.

'Vielen Verwandten, auch vielen anderen Menschen gutes gethan, immer den Göttern an den Altären Opfer gebracht, kein kärglicher Wirth' labe die Gäste bei Tische und lasse sie ziehen, wann sie heimkehren wollen, vor allem aber ehre die heiligen Dolmetscher der Musen, auf dass du auch, im Hades geborgen, ein trefflicher Mann heissest, und du nicht am frostigen Acheron über deine Ruhmlosigkeit jammerst[1] wie ein Arbeiter mit schwieligen Händen seine ererbte Armuth beklagt.' Aus dem letzten Satze aber wächst die den allgemeinen Gedanken exemplificirende Ausführung hervor. 'Die Thessalischen Fürstengeschlechter, die Antiochus und Aleuas, die Skopaden und Kreondas waren reich, aber der Reichthum nützt ihnen nichts (ἀλλ' οὔ σφιν τῶν ἦδος V. 40, wozu ἐστὶν zu ergänzen, und nicht schon hier sondern erst im Folgenden tritt das hypothetische Gedankenverhältniss ein), nachdem sie in den Hades gesunken, sondern vergessen würden sie unter gemeinen Todten liegen, wenn nicht der Keische Sänger sie in der Nachwelt berühmt gemacht hätte. Den Reichthum der Thessalischen Dynasten bezeichnet Theokrit so:

πολλοὶ ἐν Ἀντιόχοιο δόμοις καὶ ἄνακτος Ἀλεύα
35 ἁρμαλιὴν ἔμμηνον ἐμετρήσαντο πενέσται,
πολλοὶ δὲ Σκοπάδῃσιν ἐλαυνόμενοι ποτὶ σακοὺς
μόσχοι σὺν κεραῇσιν ἐμυκήσαντο βόεσσι,
μυρία δ' ἀμπεδίον Κραννώνιον ἐνδιάασκον[2]
39 ποιμένες ἔκκριτα μῆλα φιλοξείνοισι Κρεώνδαις.

μηδὲ ξεινοδόκον κακὸν ἔμμεναι zu schützen ausreichend, oder sie alle von einem unausgesprochenen δεῖ oder χρὴ abhängig gedacht sind.

[1] ἀκλεὴς μύρηαι, so dass ἀκλεὴς in attributiver Form das Object zu μύρηαι enthält, wie es der Gegensatz πενίην ἀκτήμονα κλαίων erheischt.

[2] ἐνδιάασκον steht, wie 22, 44 ἔνθα δ' ἀνὴρ ὑπέροπλος ἐνήμενος ἐνδιάασκε und ποιμένας ἐνδίους V. 95, von der Mittagssonne. Dass die hier nothwendige factitive Bedeutung des Verbums sonst nicht nachgewiesen ist, reicht zur Verdächtigung nicht aus: 17, 78 heisst es λήιον ἀλδήσκουσιν, aber in der Ilias (23, 599) ληίου ἀλδήσκοντος; auch sonst fehlt es nicht an Beispielen ähnlicher Doppelverwendung derselben Verbalform (vgl. 25, 16 ποίην λειμῶνες θαλέθουσιν); und hat bekanntlich auch lat. *pascere* sehr manchfaltige Anwendung gefunden (Lachmann Kl. Schrift. 190). Bücheler's sinnreiche Vermuthung ἠμενὲς für ποιμένες, der die übrigen Vorschläge, die an ἐνδιάασκον rütteln, die Wage nicht halten, nöthigt ἐνδιάασκον in anderem Sinne zu nehmen, als die an-

Über die Familienzusammenhänge unter den genannten Fürstenhäusern Thessaliens handelt Ph. Buttmann in der grundlegenden Abhandlung 'von dem Geschlecht der Aleuaden' (Mythologus 2, 247 ff.), und ich bestreite nicht, dass die Kreondas identisch seien mit den Skopaden (Buttmann S. 250), bekenne aber doch, dass nach meiner Empfindung die von Theokrit gewählte Satzform dieser Annahme nicht günstig ist, die vielmehr eine Dreitheilung erwarten lässt: 'Antiochus und Aleuas ernährten viele Penesten in ihren Häusern, den Skopaden brüllten von der Weide heimkehrend zahlreiche Kälber und Kühe, unzählige Schafheerden liessen den gastliebenden Kreondas die Hirten in der Ebene von Krannon am Mittag sich sonnen': so dass der Reichthum der Skopaden von den Kühen, der Reichthum der Kreondas von den Schafheerden (was beides möglich und beides nicht ohne Beispiel ist) bezeichnet würde, und zwischen den heimwärts brüllenden Kühen und den am Mittag sich sonnenden Schafheerden ein gefälliger Gegensatz entsteht, der aber auch mehr der Trennung beider als der Zusammenfassung zu Einem Beispiele das Wort zu reden scheint. Den Genannten war Simonides gleichzeitig, und sie haben es durch ihre Gastlichkeit verdient (*φιλοξείνοισι* V. 39 zum letzten gestellt, wirkt zurück auch auf die früheren Namen), dass der Dichter ihre Namen der Nachwelt erhalten hat. Aber dann verlässt Theokrit den Rahmen des bisherigen Gedankens, dass Freigebigkeit gegen die Dichter den Ruhm verbürge, um die erweiterte Betrachtung anzuschliessen, dass den Sängern überhaupt auch die Helden der Vorzeit ihren Nachruhm verdanken. 'Wer hätte je die Fürsten der Lykier und die Priamiden und den jungfräulichen Helden Kyknos gekannt, wenn nicht Sänger die Feldschlachten der Früheren (*προτέρων* V. 50, wie V. 80, worauf der Nachdruck liegt) gepriesen hätten (48—50).' Kyknos gehört in die Kypria, denen die Lykier und die Priamiden wenigstens auch angehören konnten (vgl. Proklos in Gaisford's Hephästion 1, 456 *ἔπειτα Ἀχιλλεὺς αὐτοὺς τρέπεται ἀνελὼν Κύκνον τὸν Ποσειδῶνος*; und zum Schluss *καὶ κατάλογος τῶν τοῖς Τρωσὶ συμμαχησάντων* vgl. mit Il. 2, 815 ff. 876 f.), so dass unentschieden bleibt, ob Theokrit die Ilias, die nachher V. 74 fg. durch Achill und Ajas und die Schlachten in der Troischen Ebene bezeichnet ist, mit den Kypria verbinden oder letzteres Gedicht allein verstanden wissen wollen; aus dem Plural *ἀοιδοὶ* V. 50 in der allgemeinen Fassung des Gedankens *εἰ μὴ φυλόπιδας προτέρων ὕμνησαν ἀοιδοὶ* (sehr verschieden von der persönlichen Bezeichnung des Simonides V. 44 fg. und des Homer V. 57)

geführten Stellen räthlich machen. Übrigens werden auch Augeias Schafheerden sammt den Kühen Abends von der Weide zur Hürde getrieben, 25, 86 *δείελον ἦμαρ ἄγων· τὰ δ' ἐπήλυθε πίονα μῆλα ἐκ βοτάνης ἀνιόντα μετ' αὔλιά τε σηκούς τε· αὐτὰρ ἔπειτα βόες μάλα μυρία κτλ.*; wonach auch 16, 90 ff. in ähnlichem Sinne zu deuten sein wird.

ist kein Schluss zu ziehen. Dann die Odyssee. 'Auch Odysseus mit all seinen Irrfahrten und Abenteuern hätte nicht langdauernden Ruhm. und vergessen wären Eumäus und Philötius und selbst der edle Laertes, wenn nicht die Gesänge des jonischen Mannes ihnen genützt hätten[1].'

Den Kern der bisherigen Ausführung fasst Theokrit in die zwei Zeilen 58.59 zusammen 'Von den Musen kommt den Menschen der Ruhm, den Reichthum der Gestorbenen verzehren die lebenden Erben', um dann von dem fruchtlosen Bemühen, einen Geizhals zu bekehren, sich zurückzurufen 'Aber was rede ich: ist es ja gleiche Mühe (ἀλλ' ἶσος γὰρ ὁ μόχθος V. 60) am Ufer die Wellen zu zählen, so viele mit der bläulichen Meerfluth der Wind an das Land treibt, oder den schmutzigen Ziegel mit klarem Wasser zu waschen, wie den von Gewinnsucht geblendeten Mann zu bekehren (V. 60—63).' Damit wendet er sich ab von den Geizhälsen: 'Gehabe sich wohl, wer so ist, sei ihm unendlich der Reichthum, und immer plage ihn Verlangen nach mehr: ich aber will lieber Ehre und Liebe von Menschen als Reichthum an Pferden und Mauleseln, und suche' (δίζημαι δὲ V. 68, das eng an das vorige sich anschliesst, von dem es nicht durch Punkt und Absatz zu trennen ist), 'wem unter den Sterblichen ich zu Danke

[1] εἰ μὴ σφᾶς ὤνασαν Ἰάονος ἀνδρὸς ἀοιδαί (57). Trotz Bücheler's Einspruch, dessen Vermuthung εἰ μὴ σφας (σφεας) φάνησαν Hiller aufgenommen hat, möchte ich das überlieferte ὤνασαν erneuter Erwägung empfehlen. Die Pronominalform, ob σφᾶς oder σφεας, kann für die Wahl des Verbums nicht entscheidend sein. Nun ist zwar einleuchtend, dass hier εἰ μὴ ὤνασαν ἀοιδαί nicht heissen kann, 'wenn die Gesänge sie nicht erfreut hätten', sondern ὤνασαν ist in dem Sinne des Nützens zu verstehen, den das Verbum hat und diese Stelle vertrug. In Euripides' Troades (924 ff.) spricht Helena in ihrer Selbstvertheidigung von dem Urtheil des Paris, durch das dieser sie gewonnen: ἔκρινε τρισσὸν ζεῦγος ὅδε τρισσῶν θεῶν· καὶ Παλλάδος μὲν ἦν Ἀλεξάνδρῳ δόσις Φρυξὶ στρατηγοῦνθ' Ἑλλάδ' ἐξανιστάναι, Ἥρα θ' ὑπέσχετ' Ἀσιάδ' Εὐρώπης θ' ὅρους τυραννίδ' ἕξειν, εἴ σφε κρίνειεν Πάρις· Κύπρις δὲ τοὐμὸν εἶδος ἐκπαγλουμένη δώσειν ὑπέσχετ', εἰ θεὰς ὑπερδράμοι κάλλει... νικᾷ Κύπρις θεά, καὶ τοσόνδ' οὑμοὶ γάμοι ὤνησαν Ἑλλάδ'· οὐ κρατεῖσθ' ἐκ βαρβάρων, οὔτ' εἰς δόρυ σταθέντες, οὐ τυραννίδι: 'das war der Vortheil, den die Hellenen von meiner Verheirathung mit Paris hatten, dass sie nicht von Barbaren unterjocht wurden'. Im Hippolytus sagt die Amme zur Phädra (305 ff.) εἰ θανεῖ, (θανεῖ) προδοῦσα σοὺς παῖδας πατρῴων μὴ μεθέξοντας δόμων, μὰ τὴν ἄνασσαν ἱππίαν Ἀμαζόνα, ἣ σοῖς τέκνοισι δεσπότην ἐγείνατο νόθον φρονοῦντα γνήσι', οἶσθά νιν καλῶς, Ἱππόλυτον, und darauf zurückkommend 313 ὁρᾷς; φρονεῖς μὲν εὖ, φρονοῦσα δ' οὐ θέλεις παῖδάς τ' ὀνῆσαι καὶ τὸν ἐκσῶσαι βίον d. h. 'du willst deinen Kindern den Vortheil nicht schaffen, dass sie nicht um ihren väterlichen Besitz kommen'. Ich füge noch hinzu Lucian Dial. mar. (Bekker 1, p. 82, 7), wo Doris zur Galatea über ihren Liebhaber Polyphem sagt: τί οὖν, εἰ καὶ τοῦ Διὸς αὐτοῦ παῖς ὢν ἄγριος οὕτω καὶ λάσιος ἐφαίνετο καὶ τὸ πάντων ἀμορφότατον μονόφθαλμος, οἴει τὸ γένος ἄν τι ὀνῆσαι αὐτὸν πρὸς τὴν μορφήν; Dio Chrysostom. 13 p. 247, 5 Dind. καὶ τὸν Παλαμήδην οὐδὲν ὤνησεν αὐτὸν εὑρόντα τὰ γράμματα πρὸς τὸ μὴ ἀδίκως ὑπὸ τῶν Ἀχαιῶν .. καταλευσθέντα ἀποθανεῖν. In allen Fällen bezeichnet ὀνῆσαι den Nutzen, oder noch schärfer, negativ gewendet, das Schadloshalten vor einem Nachtheil. Ebenso bei Theokrit. Odysseus und die anderen wären vergessen: dass sie es nicht sind, diesen Vortheil danken sie den Gesängen Homer's, αἳ τοῦτ' αὐτοὺς ὤνησαν, τὸ μὴ σιγᾶσθαι.

komme mit den Musen, ohne die den Dichtern die Wege beschwerlich sind (64—70)'; und lenkt so in weitem Bogen zurück auf den Gedanken, von dem er V. 5 (*τίς γὰρ.. ἡμετέρας Χάριτας ὑποδέξεται οἴκῳ*) ausgegangen war. Aber er tröstet sich, dass, wenn jetzt die Gewinnsucht den Dichtern nicht günstig ist, die Zeit den Mann noch bringen werde, der seiner Dichtkunst bedürfe, und indem er den Mann bezeichnet, auf den er seine Hoffnung setzt, und ihm ein grosses Ziel steckt, des Helden und des Dichters würdig, nimmt von hier ab das Gedicht statt einer Anklage den Charakter eines Enkomiums wenigstens der Zukunft an. 'Noch ist der Himmel nicht müde, Monde und Jahre zu bringen, noch viele Rosse werden den Wagen[1] ziehen: kommen wird der Mann, der meiner als Dichters bedarf, wenn er, soviel Ajas und der grosse Achill in der Troischen Ebene, so viele Thaten vollbracht hat' ('auf Siciliens Fluren' denken wir hinzu, das der Gegensatz der Troischen Ebene verlangt und der in Syrakus schreibende Dichter unausgesprochen lassen durfte). 'Schon jetzt sind starr vor Besorgniss die am äussersten Saume Libyens wohnenden Phönikier[2], schon tragen die Syrakusier Speer und Schild, und unter ihnen ist Hiero gerüstet, den Helden der Vorzeit vergleichbar, das Haupt mit dem Helmbusch bedeckt. O möchte es doch geschehen, Zeus und Athene und ihr Göttinnen, die ihr Syrakus euch erkoren, dass eine schlimme Noth die Feinde von der Insel entsende die Sardonische Fluth hinab, Kindern und Weibern der Ihrigen (*φίλων*) Schicksal zu melden, wenige von vielen (71—87).' Theokrit denkt sich eine grosse Niederlage der Feinde auf der Insel (nach Art der Schlachten in der Troischen Ebene, an die er eben erinnert), bezeichnet aber nicht die Niederlage selbst, sondern ihre Folge, dass nur Wenige entkommen.

---

[1] Zu den Worten (71.72) *οὔπω μῆνας ἄγων ἔκαμ' οὐρανὸς οὐδ' ἐνιαυτούς, πολλοὶ κινήσουσιν ἔτι τροχὸν ἅρματος ἵπποι* hat der Ambros. Scholiast eine doppelte Erklärung: *οὔπω, φησίν, ὁ πᾶς διῆλθεν αἰών· ἔτι ἔσονται πολλοὶ νικηφόροι, ποιητῶν χρείαν ἔχοντες. ἐκ γὰρ τῶν ἵππων καὶ τῶν τροχῶν τοὺς ἱερονίκας δηλοῖ· ἢ τροχὸν ἅρματος τὸν τοῦ ἡλίου λέγει, ἀντὶ τοῦ πολλαὶ ἔσονται μεταβολαί.* Der letzteren hat sich Hiller angenommen, der *πολλοὶ* von der öfteren Wiederholung versteht, wie Callim. h. Art. 27. Und nicht zu leugnen ist, dass damit ein passender Gedanke gewonnen wird (cf. 25, 85. Callim h. Del. 169), indem zu den Jahren und Monaten noch die Tage kommen und das Ganze zu einheitlicher Vorstellung abgeschlossen wird. Doch bleibt das Bedenken, ob *ἅρμα* ohne jeglichen Zusatz das *ἅρμα ἡλίου* bezeichnen könne. Auch ist nicht zu übersehen die Liebhaberei der Dichter, Einen Gedanken durch Gleichnisse aus verschiedenen Vorstellungskreisen auszudrücken, wie 60. 62.

[2] Zu V. 76 *ἤδη νῦν Φοίνικες* bemerkt Fritzsche *Carthaginienses significantur, Messanam tum obtinentes, quos anno* 265 *a. Chr. Hiero aggrediebatur*, unter Vergleichung von Schneiderwirth's und Petry's Schriften über Hiero, die mir nicht bekannt sind; aber schwer begreiflich ist, wie man unter den am äussersten Saume Libyens wohnenden Phönikiern nicht die Karthager in Afrika, sondern die Karthager in Sicilien verstehen könne.

die Nachricht von dem Untergang der Übrigen in die Heimath zu tragen. Unter den Feinden aber (*ἐχθρούς* V. 85) versteht er, wie der Zusammenhang zeigt, die Karthager, und wenn er die wenigen Entkommenden durch das Sardonische Meer fliehen lässt, so sieht man, seine Blicke sind nach dem Westen Siciliens gerichtet, wo die Karthager seit alter Zeit ihre festen Plätze hatten und von wo sie zu Zeiten ihren Besitz und ihre Macht weiter in das Innere des Landes ausbreiteten. Denn das Sardonische Meer, dessen Polybius[1] wiederholt Erwähnung thut, vermittelte den Karthagern den Weg von der westlichen Insel nach Libyen und Karthago. Was Theokrit als Folge der gehofften Niederlage bezeichnet ‘und möchten die Städte wieder von den früheren Bürgern bewohnt werden, welche die Hände der Feinde von Grund aus geschädigt haben, und möchten sie’ (die früheren Bürger) ‘wieder blühende Äcker bebauen’ usw. lässt an sich zwar auch Beziehung auf die Mamertiner zu, die in Messana in dem äussersten Osten der Insel sassen und von hier ihre gewaltthätigen Streifereien durch das Land verübten[2]; allein der straffe Gedankengang, in dem wir den Dichter begriffen sehen, schliesst Bezugnahme auf die Mamertiner aus und gestattet nicht einmal sie unter *ἐχθροί* mitzudenken. Und auch den Karthagern gegenüber, die im Besitz hatten, was die Sicilischen Griechen von Rechts wegen als ihr Eigen in Anspruch nehmen konnten, war der Wunsch des Syrakusanischen Dichters begreiflich, dass die von den Feinden besessenen und geschädigten Städte ihren angestammten Bürgern zurückgegeben würden und nach Vertreibung derselben von der Insel friedliches Gedeihen in Stadt und Land zurückkehren möchte.[3] Wenn aber Theokrit sich ergeht in der Schilderung der Zustände, die dann auf der Insel eintreten sollten ‘und möchten sie blühende Äcker bebauen und die zahllosen Chiliaden von Schafen’ (welche die *πολύμαλος Σικελία* erzeugt) ‘von der Weide gesättigt durch die Ebene blöken und die Kühe heerdenweise zum Gehöfte kommend den verspäteten Wanderer zur Eile antreiben und das Brachland aufgearbeitet werden, wann die Cicade am Mittag in

[1] 1, 42, 6 *διαιρεῖ δὲ τὸ Λιβυκὸν καὶ τὸ Σαρδῷον πέλαγος, προσαγορεύεται δὲ Λιλύβαιον.* 1, 10, 5 *τῶν νήσων ἁπασῶν ἐγκρατεῖς ὑπάρχοντας τῶν κατὰ τὸ Σαρδόνιον καὶ Τυρρηνικὸν πέλαγος* u. s. S. auch Schol. z. d. St.

[2] Polybius 1, 8, 1 sagt von ihnen *οὐ μόνον τῆς ἑαυτῶν πόλεως καὶ χώρας ἀσφαλῶς κατεκράτουν, ἀλλὰ καὶ περὶ τῆς συνορούσης οὐχ ὡς ἔτυχε παρηνώχλουν τοῖς τε Καρχηδονίοις καὶ τοῖς Συρακοσίοις, καὶ πολλὰ μέρη τῆς Σικελίας ἐφορολόγουν.* Vgl. 1, 7, 2 ff. Plutarch Pyrrhus c. 23. Holm Gesch. Sicil. 2, 487.

[3] Polybius 1, 10, 8 (bei den Erwägungen der Römer, ob sie den Mamertinern den erbetenen Schutz gewähren sollten) sagt von den Karthagern: *διότι δὲ ταχέως ὑφ' αὑτοὺς ποιήσονται τὴν Σικελίαν μὴ τυχόντων ἐπικουρίας τῶν Μαμερτίνων προφανὲς ἦν· κρατήσαντες γὰρ ἐγχειριζομένης αὐτοῖς τῆς Μεσσήνης ἔμελλον ἐν ὀλίγῳ χρόνῳ τὰς Συρακούσας ἐπανελέσθαι διὰ τὸ πάσης σχεδὸν δεσπόζειν τῆς ἄλλης Σικελίας.*

den Bäumen auf die Hirten lauernd in den Zweigen[1] singt, um die Waffen aber die Spinnen ihr Gewebe hängen, und der Name Schlachtruf auf der Insel nicht mehr gehört werden (88—97)', so empfindet man etwas von persönlichem Antheil, den er an der Wohlfahrt Siciliens nimmt, und würde auch hieraus, wäre es nicht anderweitig durch ihn selbst bezeugt, zu schliessen berechtigt sein, dass Sicilien seine Heimath ist; und erkennt nicht minder auch in diesem anderer Gattung angehörigen Gedicht den bukolischen Dichter, der mit Behagen verweilt bei der Betrachtung ländlich-idyllischer Zustände. Und all dies friedliche Glück Siciliens soll Hiero verdankt werden, zu dem zurückkehrend Theokrit die lange Kette seiner patriotischen Wünsche beschliesst: 'Und möchten' (wenn das geschieht) 'dem Hiero die Dichter hohen Ruhm tragen über das Scythische Meer und bis nach Babylon: ich bin Einer von den Vielen, denen es dann angelegen sein würde (*μέλοι*) die Sicilische Arethusa zu besingen, mit seinen Mannen[2] auch

[1] *ἁνίκα τέττιξ ποιμένας ἐνδίους πεφυλαγμένος ἔνδοθι δένδρων ἀχεῖ ἐν ἀκρεμόνεσσιν* (94 ff.). Zwei scharfsinnige Männer, der eine ohne seines Vormanns sich zu erinnern, haben *ἐπ' ἀκρεμ.* vorgeschlagen, das Hiller aufgenommen, für überliefertes *ἐν* (*ἐσ* K); was der Scholiast gelesen, ist aus seiner überall nicht zutreffenden Erklärung *ἡνίκα ὁ τέττιξ ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν κλάδων ἠχεῖ* nicht sicher zu erschliessen (vgl. s. Bemerkung zu V. 10). Ich will nicht einwenden, dass *ἐν ἀκρεμόνεσσιν* auch heissen könnte 'auf den Zweigen oder Ästen', wie 29, 12 *ποίησαι καλιάν μίαν εἰν ἑνὶ δενδρίῳ*, oder in unserem Ged. *ἐν γονάτεσσι* V. 11, *ἐν πυθμένι χηλοῦ* V. 10, wofür auch *ἐπὶ π.* gelesen ward; wie ich überhaupt die Meinung hege (entgegen der Ansicht Haupt's bei Belger S. 252, von der er sich auch sonst leiten lässt), dass die Praepositionen ihre Bedeutung wandeln je nach dem Nomen, mit dem sie verbunden sind, wie die localen Casus der Nomina selbst, und z. B. in aqua, in ripa, in collo nicht gleichen localen Begriff enthalten. Sondern nach meiner Empfindung ist der hiesigen Vorstellung des Dichters besser gedient mit *ἐν ἀκρεμόνεσσιν*, 'in den Zweigen', wie Ovid schreibt *colle sub aprico creberrimus ilice lucus Stabat, et in ramis multa latebat avis* (Amor. 3, 5, 4), und in ähnlichem Sinne Alcaeus fr. 39, 3 *ἄχει δ' ἐκ πετάλων ἄδεα τέττιξ*, was an die Homerischen Verse von der Nachtigall erinnert *καλὸν ἀείδῃσιν δενδρέων ἐν πετάλοισι καθεζομένη πυκινοῖσιν* (Od. 19, 518 fg.), oder an Hesiod Op. 486 *κόκκυξ κοκκύζει δρυὸς ἐν πετάλοισι*; womit wieder zu verbinden, was lateinische Dichter schreiben, *volucris Attica Cecropiis obstrepit in foliis* (Propert. 2. 20. 6): *corvi Inter se in foliis strepitant: multa in foliis avium se milia condunt* (Virg. Georg. 1, 413; 4, 473). Aber auch bei Theokrit 7, 138 *τοὶ δὲ ποτὶ σκιαραῖς ὀροδαμνίσιν αἰθαλίωνες τέττιγες λαλαγεῦντες* verstehe ich nicht 'auf den schattigen Zweigen' (denn das Epitheton würde nicht passen) sondern 'in den schattigen Zweigen' (was ein Bild giebt, wie bei Catull 65, 13, von der Nachtigall, *sub densis ramorum concinit umbris*); und *ποτὶ* (*πρὸς*) m. Dat. hat manchfache locale Bedeutung; daher ich auch nicht glaube, dass Id. 1, 18 *καί οἱ ἀεὶ δριμεῖα χολὰ ποτὶ ῥινὶ κάθηται* 'auf der Nase' bedeute, und nicht 'in der Nase' (*mihi anima in naso esse* Petronius c. 62). Und sagen nicht auch wir 'die Nachtigall sitzt oder singt in den Zweigen'? Vermuthlich war dies auch der Gedanke des Dichters, der (Anthol. 9, 71) *οἰκία τεττίγων ᾄδουσι ἀκρεμόνες* schrieb. Bei Theokrit aber scheint *ἐν ἀκρεμόνεσσιν* besser zu *ἔνδοθι δένδρων* sich zu fügen, weil es in derselben Vorstellung bleibt; obwohl nicht beides in Eins zu verbinden ist, sondern jedes, *πεφυλαγμένος ἔνδοθι δένδρων*, und *ἀχεῖ ἐν ἀκρεμόνεσσιν*, für sich steht.

[2] *τοῖς πᾶσι μέλοι Σικελὰν Ἀρέθοισαν ὑμνεῖν σὺν λαοῖσι καὶ αἰχμητὰν Ἱέρωνα* (102 f.). *μέλοι*, dem Meineke *μέλει* oder *μέλον ut honorificentius ad laudem Hieronis* vorzog, wird

den Lanzenschwinger Hiero (98—103).' Bis hierher (104) von V. 82 *αἰ γὰρ Ζεῦ κύδιστε κτλ.* erstreckt sich in ununterbrochenem Fluss Theokrit's auf Erneuerung der Insel gerichtetes Gebet, und noch weiter zurück von V. 68 *δίζημαι δ' ὅτινι κεχαρισμένος ἔνθω* schliesst sich alles zu dem weit ausgesponnenen aber in durchsichtiger Klarheit sich entfaltenden Gedanken zusammen, dass in Hiero der Mann kommen werde, der, wenn er das grosse Ziel, das Theokrit in lebhaften Farben ausmalt, erreicht haben werde, dann auch der Verherrlichung durch des Dichters Mund nicht werde entrathen wollen.

An diesen in einigen Grundstrichen skizzierten Theil des Gedichtes ist es vornehmlich dass die Frage nach der Entstehungszeit desselben sich zu wenden hat. Die herrschende Annahme setzt das Gedicht in das Jahr 265 v. Chr., d. i. in das Jahr unmittelbar vor Ausbruch des Punischen Krieges. Auf diesen Ansatz J. Hauler's (De Theocriti vita et carminibus 1855 S. 26 ff.) pflegen die Interpreten des Theokrit und auch andere wie auf ein gesichertes Resultat zu bauen; doch hat Hauler selbst kaum eine eigene Untersuchung angestellt, sondern im Wesentlichen nur die Combinationen A. Haakh's (Pauly's Realencyclopädie 2, S. 1299 ff.) reproduciert. Beide Gelehrte aber gehen von der Voraussetzung aus, dass Theokrit einen eben jetzt bevorstehenden Angriff Hiero's auf die Karthager in Sicilien bezeichne, und suchen für diesen die näheren Anlässe und damit die zeitliche Fixierung des Gedichtes zu gewinnen. Nachdem Hiero, führen sie aus, im Jahre 265 in der Ebene von Mylä am Longanos einen vernichtenden Sieg über die Mamertiner davon getragen, seien die Mamertiner in Folge der erlittenen Niederlage bereits auf dem Punkte gewesen, Messana an Hiero auszuliefern, aber diese Absicht durch die Dazwischenkunft des bei der Insel Lipara stationierten Punischen Admirals Hannibal vereitelt worden, der mit hinterlistigen Vorspiegelungen Hiero von Messana abzustehen veranlasst und dann selbst zum Schutz der Mamertiner eine Punische Besatzung in die Stadt gelegt habe. Hiero, durch den Verrath des Karthagers um den Besitz Messana's gebracht, habe sich nach Syrakus zurückgezogen, und hier zum König der Syrakusaner ausgerufen, sofort Rüstungen vorgenommen, um an den Karthagern für

---

durch die hypothetische Gedankenform gefordert (s. 98). Dagegen scheint *Σικελὰν Ἀρέθοισαν σὺν λαοῖσι* eine unschickliche Verbindung zu sein, auch wenn man *Σικελοῖς* zu *λαοῖσι* ergänzt, um so unglaublicher hier, wo Gedanke und Ausdruck die Verbindung *αἰχμητὰν Ἱέρωνα σὺν λαοῖσι* jedem Leser nahe legen musste (Il. 2, 578. 817 u. o.), zumal das der früher V. 78—80 ausgeführten Vorstellung entsprach. Daher es auch nicht gerathen ist, *λαοῖσι* abzuändern oder in eine andere Beziehung zu drängen. Nur die Frage bleibt offen, ob Trajection der Partikel *καὶ* anzunehmen ist (die ich nicht für unmöglich halte) oder die Rede asyndetisch ist und *καὶ* 'auch' bedeutet. Vgl. Haupt Opp. 1, 130; 132 fg. 136 ff.

die Überlistung Rache zu nehmen, sei jedoch an der Ausführung dieses Planes durch die bald darauf erfolgte Intervention der Römer auf Sicilien gehindert worden. Dieser Moment, wo Hiero an der Spitze seiner Syrakusaner gegen die Karthager auf der Insel aufzubrechen im Begriffe gewesen, sei es den Theokrit in seinem Gedicht vor Augen habe.

Die Annahme, dass demnach Theokrit's Gedicht im Jahre 265 verfasst sei, steht in Zusammenhang mit der anderen Annahme derselben Gelehrten, dass in dieses Jahr Hiero's Sieg über die Mamertiner und seine Erhebung zum König von Syrakus falle. Wer dagegen beides auf dem sichern Grunde der Angaben des Polybius und Livius über Hiero's Tod und die Dauer seiner Königsherrschaft dem Jahre 270 zuweist, würde Theokrit's Gedicht in dieses Jahr verlegen müssen, auch wenn er im Übrigen die näheren Umstände, denen es seine Entstehung verdanke, gelten lassen wollte[1]; nur dass die Einmischung der Römer, die sicher dem Jahre 264 angehört, der Grund nicht gewesen sein könnte, der Hiero's vorausgesetzte Kriegsrüstungen unterbrochen, und auch sonst in dieser Zeit nicht leicht ein plausibler Anlass aufzufinden wäre, der das bereits Unternommene fallen zu lassen bestimmt hätte. Die näheren Umstände aber, welche Theokrit's Gedicht veranlasst haben sollen, sind der Erzählung Diodor's (xxii 24) entnommen, der sowohl über die Schlacht bei Mylä detaillirtere Nachrichten als Polybius giebt, als auch die von letzterem nicht erwähnte Überlistung Hiero's durch den Punier Hannibal berichtet. Für meine Zwecke kann ich es unterlassen, die Zuverlässigkeit der Diodor allein angehörigen Nachrichten zu prüfen, fühle mich dazu auch nicht gerüstet genug. Aber wenn Diodor seine Erzählung von dem Verrath des Puniers mit den Worten beschliesst *ὁ δὲ Ἱέρων καταστρατηγηθεὶς ὑπὸ τοῦ Φοίνικος τὴν πολιορκίαν ἀπογνοὺς ἐπανῆλθεν εἰς Συρακόσας περιβόητον εὐημερίαν περιπεποιημένος,*[1] so ist ein beabsichtigter Feldzug gegen die Karthager so wenig angedeutet, dass man mit mehr Grund aus den

[1] Dies ist ungefähr die Ansicht von Ad. Holm (Geschichte Siciliens im Alterthum, 2. Bd. S. 495), der das Gedicht nicht in das Jahr 270 aber 269 setzt, während er im Übrigen von denselben Voraussetzungen ausgeht, wie Hauler und Haakh. 'Da nach V. 76 ff., schreibt er, ein Krieg mit Karthago zu drohen scheint, so muss ich annehmen, dass das Gedicht in die Zeit fällt, da die Karthager durch ihr Eindringen in Messana die Hoffnungen vereitelt hatten, welche Hieron auf den Sieg am Longanos setzen durfte, s. Diodor xxii fin., also in 269 v. Chr. nach dem oben S. 492 über die Machterlangung Hieron's Gesagten.' Ob 269 oder 270, ist für meine Untersuchung gleichgültig, und kann ich diese Frage auf sich beruhen lassen. Was aber Holm S. 313 ff. über dieses Gedicht ausführt, scheint mir nicht minder als dieser Ansatz von richtiger Auffassung entfernt.

[1] Die bei Diodor unmittelbar folgenden Worte *οἱ δὲ Καρχηδόνιοι καὶ Ἱέρων, ἀποπεπτωκότες τῆς Μεσσήνης, συνῆλθον εἰς σύλλογον, καὶ συμμαχίαν πρὸς ἀλλήλους ποιησάμενοι συνέθεντο κοινῇ πολεμῆσαι Μεσσήνην* sind vom vorigen abzutrennen und gehen einen späteren Zeitpunkt und andere Verhältnisse an.

nicht völlig klaren Worten den entgegengesetzten Schluss ziehen dürfte, dass Hiero mit dem errungenen Siege zufrieden sich ruhig in Syrakus gehalten habe. Aus dem Dichter aber zu ergänzen, was der Geschichtschreiber vermissen lässt, ist ein wenig verlässliches Verfahren. Denn welche Wahrscheinlichkeit kann es haben, weil Diodor von einer Überlistung Hiero's durch den Karthager erzählt, Theokrit einen von Hiero beabsichtigten Angriff auf die Karthager zu bezeichnen scheint, zu schliessen, dass dieser Angriff jenen Verrath zu ahnden bestimmt gewesen sei. Würde man doch, um solchen Schluss zu stützen, zum mindesten erwarten, Theokrit werde, ich will nicht sagen, den grossen Erfolg, den Hiero über die Mamertiner erfochten und der mittelbar die Ursache des jetzt vorbereiteten Unternehmens geworden, aber doch die Treulosigkeit der Karthager, wäre es auch nur in einem Epitheton, angedeutet haben, das dem Leser einen Fingerzeig zu richtigem Verständniss dargeboten hätte. Doch lasse man den überall nicht glücklich erfundenen Rachekrieg auf sich beruhen und nehme eine aus welchem Grunde immer von Hiero vorbereitete Expedition gegen die Karthager an, die Theokrit als unmittelbar bevorstehend bezeichne, so hätte es auch so keine Wahrscheinlichkeit, diesen Feldzug dem Sieg über die Mamertiner auf dem Fusse folgen zu lassen. Denn der voreilige Schluss, dass, weil die Mamertiner bei Theokrit nicht genannt würden, sie bereits geschlagen und zurückgedrängt sein müssten, kann uns nicht hinweghelfen über grosse Bedenken, die bei dieser Annahme Theokrit's Darstellung erregen muss. Theokrit, der mit keinem Worte andeutet, dass Hiero βασιλεὺς ist (das Epitheton *αἰχμητὰν* 103 bezeichnet nur allgemein den Krieger und Kriegshelden, wie 17, 56. 57), hat auch nach der ganzen Anlage seiner Dichtung nennenswerthe kriegerische Erfolge von Hiero nicht zu berichten, sondern erwartet alles von der Zukunft, und doch hätte er, dessen Gedanken, wie wir sahen, auf Vertreibung der Karthager von der Insel gerichtet sind, bei wenig anders geformtem Plan den Sieg am Longanos seiner Gedankenbewegung wohl einfügen und als ein wirksames Substrat seiner Wünsche und Hoffnungen verwerthen können: 'die Karthager in Libyen zittern: Hiero hat an den Mamertinern gezeigt, was von ihm zu erwarten steht; mögen die Götter geben, dass es ihm auch gelinge, die Punier von der Insel zu verdrängen.' Aber so wie sein Gedankenausdruck im Ganzen und Einzelnen ist, wird, wer ohne Vorurtheil zusieht, einräumen, dass für Theokrit Hiero's Sieg über die Mamertiner nicht vorhanden ist, und dass, je näher man das Gedicht an dies Ereigniss heranrückt, die Darstellung um so weniger begreiflich wird. Daher man, soll die Voraussetzung gelten, dass Theokrit einen eben bevorstehenden Auszug Hiero's gegen die Karthager im Sinne habe, das

Gedicht entweder in die Zeit vor der Schlacht am Longanos (270) legen, oder aber einem erheblich späteren Zeitpunkte zuweisen müsste, dem Theokrit, auch ohne jenen Sieg in Betracht zu nehmen, die Grundzüge seiner Darstellung hätte anpassen können: in beiden Fällen aber würde man in die Verlegenheit gerathen, einen geeigneten Moment für den vorausgesetzten Feldzug in historisch beglaubigter Weise aufzuzeigen; und selbst wenn es gelänge, doch nicht der Dichtung in all ihre Fugen gerecht zu werden vermögen.

Die Schwierigkeiten, die ich darzulegen versuche, erwachsen aus der Voraussetzung, welche die bisherige Untersuchung beherrscht hat, dass Theokrit's Darstellung einen gerade damals erwarteten Feldzug Hiero's gegen die Punier Siciliens zum Vorwurf genommen habe. Es erübrigt, diese Voraussetzung selbst an der Hand des Dichters einer erneuten Prüfung zu unterziehen.

71 οὔπω μῆνας ἄγων ἔκαμ' οὐρανὸς οὐδ' ἐνιαυτούς,
πολλοὶ κινήσουσιν ἔτι τροχὸν ἅρματος ἵπποι·
ἔσσεται οὗτος ἀνὴρ ὃς ἐμεῦ κεχρήσετ' ἀοιδοῦ
ῥέξας ἢ Ἀχιλεὺς ὅσσον μέγας ἢ βαρὺς Αἴας
75 ἐν πεδίῳ Σιμόεντος ὅθι Φρυγὸς ἠρίον Ἴλου.

Das mit Gewicht an den Anfang des Satzes und Verses gestellte ἔσσεται (73) drückt grosse Zuversicht aus, aber Zuversicht nicht auf das was heute oder morgen, sondern auf das, was einmal in der Zukunft geschehen könnte: dieser Sinn des Ausdrucks, den bekannte Analogien unterstützen (ἔσσεται ἦμαρ ὅτ' ἄν ποτ' ὀλώλῃ Ἴλιος ἱρή), wird hier um so mehr durch den Zusammenhang gefordert, in den er gestellt ist. Denn wer anhebt 'Noch ist der Zeitenlauf nicht am Ende: kommen wird der Mann', lässt deutlich wahrnehmen, dass ihm die Erfüllung seiner Erwartungen nicht schon in nächster Nähe vor Augen steht. Ferner wenn Theokrit in demselben Gedankenzug fortfährt 'Schon jetzt zittern die Karthager in Libyen'

76 ἤδη νῦν Φοίνικες ὑπ' ἠελίῳ δύνοντι
οἰκεῦντες Λιβύας ἄκρον σφυρὸν ἐρρίγασιν

so enthält das nachdrucksvolle ἤδη νῦν nicht etwa den Hinweis auf eine ihnen schon nahegerückte Gefahr, sondern deutet im Gegentheil an, dass die Karthager schon jetzt, obwohl unmittelbar noch unbedroht, Besorgniss hegen um das, was in der Zukunft sich ereignen könnte. Die Thatsache aber, die ihnen diese Besorgniss einflösst und an welche Theokrit seine Hoffnungen knüpft, sprechen die folgenden vier Verse aus, die den Kern der Darstellung enthalten und von denen sich schon jetzt sagen lässt, dass sie nur eine Deutung vertragen, welche dem aufgewiesenen Zusammenhang sich fügt.

ἤδη βαστάζουσι Συρακόσιοι μέσα δοῦρα
ἀχθόμενοι σακέεσσι βραχίονας ἰτεΐνοισιν,
80 ἐν δ' αὐτοῖς Ἱέρων προτέροις ἴσος ἡρώεσσι
ζώννυται, ἵππειαι δὲ κόρυν σκεπάουσιν ἔθειραι.

'Schon tragen die Syrakusier Speer und Schild, und Hiero unter ihnen ist gerüstet, den Helm auf dem Kopf.' Es ist bemerkenswerth, dass kein Ziel bezeichnet ist, dem diese Rüstung gelten soll, und allzurasch hat man diesen Mangel durch die Annahme eines eben jetzt vorbereiteten Angriffes auf die Karthager der Insel ergänzt. Denn das an die Spitze des Satzes gestellte ἤδη (78), das noch unter dem Einfluss des vorangegangenen ἤδη νῦν (76) steht, bezeichnet was jetzt geschieht nur als Anzeichen von dem, was in Zukunft erwartet werden kann. Die Worte selbst aber erwecken nur die Vorstellung, dass die Syrakusanischen Bürger, ihren Führer Hiero an der Spitze, in Waffenrüstung dastehen. Und das ist es demnach allein, was die Karthager in Libyen schon jetzt zittern macht im Hinblick auf das was die Zukunft bringen könnte, und was dem Dichter, der als Besorgniss in die Seele der Karthager hineinliest, was ihn selbst als Hoffnung bewegt, sein Gebet um Befreiung der Insel von den Feinden eingiebt. Dass aber so, streng nach dem Wortlaut, gefasst die vier Verse (78—81) inhaltsleer oder bedeutungslos seien, wird nicht behaupten wollen, wer sich Hiero's Bedeutung für Syrakus vergegenwärtigt. Wir folgen der Darstellung des Polybius (1, 8 ff.). Das demokratisch regierte Syrakus war in Parteien zerrissen, Bürger und Soldaten entzweit. Die Soldaten lagerten ausserhalb der Stadt, und hatten eigenmächtig aus ihrer Mitte zwei Feldherren, Artemidor und Hiero gewählt. Artemidor wird weiter nicht erwähnt. Hiero aber, der von jetzt ab in den Vordergrund der Syrakusanischen Verhältnisse tritt, gelingt es in die Stadt zu dringen und der Gegenpartei Herr zu werden; er weiss durch kluges und maassvolles Verhalten die Bürger von Syrakus umzustimmen, so dass sie die wider ihren Willen von den Soldaten vollzogene Wahl Hiero's zum Strategen ihrerseits anzuerkennen und zu bestätigen bereit sind. Aus Polybius' knappem Bericht gewinnt man die Vorstellung, dass Hiero mit der Aussöhnung von Heer und Volk einen grossen politischen Erfolg erzielt hatte, der ihn thatsächlich an die Spitze des noch demokratisch regierten Syrakus berief; und nicht ohne Grund bemerkt Polybius, es sei schon jetzt ersichtlich gewesen, dass Hiero, zwar noch jung aber zur Staatsverwaltung und königlichen Würde vorzüglich begabt, nicht bei dem Strategenamte stehen zu bleiben gedenke, sondern seine Wünsche auf höheres gestellt habe. Hiero sicherte seine Machtstellung in der Stadt durch die Verbindung mit einem der einflussreichsten und angesehen-

sten Bürger von Syrakus, dessen Tochter er zur Frau nahm. Und wie er die Verhältnisse in der Stadt geordnet, so nahm er auch die Regenerierung des arg gesunkenen Syrakusanischen Heeres in die Hand. Er entledigte sich durch einen hinterlistig ausgeführten Scheinangriff auf die Mamertiner der aus älterer Zeit im Heere verbliebenen, immer zu Unruhe und Aufwiegelung bereiten Söldner, und warb neue, so weit erforderlich war; vor allem aber suchte er das Syrakusanische Bürgerheer, auf das allein voller Verlass war, zu heben und kriegstüchtig zu machen. Wenn Polybius 1. 9. 7. nachdem er die Beseitigung der Söldner erwähnt hat, Hiero's Auszug gegen die Mamertiner und deren Niederlage bei Mylä mit den Worten einführt: θεωρῶν δὲ τοὺς βαρβάρους ἐκ τοῦ προτερήματος θρασέως καὶ προπετῶς ἀναστρεφομένους, καθοπλίσας καὶ γυμνάσας ἐνεργῶς τὰς πολιτικὰς δυνάμεις ἐξῆγεν, so meint er nicht wie der Zusammenhang lehrt, Ausrüstung und Einübung der Bürgertruppen nur zum Zweck der jetzt beabsichtigten Expedition, sondern er fasst in den beiden Ausdrücken die über einen längeren Zeitraum sich erstreckenden Bemühungen Hiero's zusammen, deren Ergebniss ihn jetzt in Stand setzt, diesen Krieg mit Aussicht auf Erfolg zu führen. Zwischen Hiero's Ernennung zum Strategen, welche 274 angesetzt wird, und dem Sieg über die Mamertiner am Longanos und seiner daran geschlossenen Erhebung zum König (270) liegen ungefähr vier Jahre in der Mitte, während deren Hiero, wenn man auf die Erfolge sieht, eine vielseitige und einschneidende Thätigkeit zum Zwecke politischer und militärischer Erneuerung von Syrakus entfaltet haben muss. Wir begreifen, dass an dieses am Syrakusanischen Himmel neu aufgegangene Gestirn die Blicke von Freund und Feind sich hefteten, und zumal bei der noch fortlebenden Erinnerung an Agathokles' tollkühne Unternehmungen und an die noch älteren Versuche Syrakusanischer Herrscher, die Punier von der Insel zu verdrängen, Hoffnungen bei den Einen, Befürchtungen bei den Andern erregt wurden. Aus der Anschauung dieser Situation, die dem Syrakusanischen Dichter lebhaft vor der Seele stehen musste, ist, wie ich meine, Theokrit's Darstellung hervorgegangen, der mit seinen Versen

ἤδη βαστάζουσι Συρακόσιοι μέσα δοῦρα
ἀχθόμενοι σακέεσσι βραχίονας ἰτείνοισι,
80 ἐν δ' αὐτοῖς Ἱέρων προτέροις ἴσος ἡρώεσσιν
ζώννυται, ἵππειαι δὲ κόρυν σκεπάουσιν ἔθειραι

ein knapp gerundetes Bild giebt von dem nun durch Hiero's Einfluss achtunggebietend und schlagfertig dastehenden Bürgerheer von Syrakus. Auf diesem historischen Hintergrund betrachtet, füllen sich die Verse mit Inhalt und wir empfinden leicht, wie die in ihnen ausgesprochene Thatsache, in die Mitte gestellt zwischen die Befürchtungen der Kar-

thager und die Hoffnungen und Wünsche Theokrit's, nach beiden Seiten ein vollwichtiges Motiv abgab. Indem wir auf Grund solcher Erwägungen entgegen der verbreiteten Annahme, welche den Sieg bei Mylä zur Unterlage und Voraussetzung nimmt, Theokrit's Gedicht vor das Jahr 270 oder genauer in die Zwischenzeit der Jahre 274 bis 270 verlegen, entgeht uns zwar die Möglichkeit ein einzelnes Jahr als das Geburtsjahr des Gedichtes namhaft zu machen, aber es eröffnen sich uns um so mehr Blicke in die Sicilischen und Syrakusanischen Zeit- und persönlichen Verhältnisse, die in Theokrit's Darstellung sich spiegeln. Wenn wir aber Theokrit's Absicht richtig herausgefühlt haben, dann entfällt auch der Einwand, den man unserer Annahme entgegensetzen könnte, dass in den bezeichneten Jahren, so weit ersichtlich, zwischen Karthagern und Syrakusanern Friede bestand: denn nach der hier entwickelten Auffassung des Gedichts redet Theokrit überhaupt nicht von nahe bevorstehenden oder im Zuge begriffenen kriegerischen Operationen Hiero's gegen die Karthager auf Sicilien, sondern erkennt nur aus gegenwärtigen Anzeichen ein in der Ferne winkendes Ziel, und hat auch bei der Schilderung der Folgen von der erhofften Niederlage der Feinde nicht sowohl die momentanen Zustände im Auge als die Lage der Insel überhaupt, wie sie ihm unter dem Druck der Punischen Ansiedler erscheint: die Mamertiner aber, die neben Griechen und Phönikiern als drittes Element, jenen beiden feindselig, auf Sicilien sich festgesetzt hatten, konnten bei der einheitlich geschlossenen Vorstellung, die sich uns aus dem Gedicht ergeben hat, füglich ganz ausser Betracht bleiben. Um alles zusammenzufassen, Theokrit, der Sicilische Grieche und geborene Syrakusaner, hat allein auf die Punier, als die Erbfeinde Siciliens, Sinn und Gedanken gerichtet, und weil er sieht, wie unter Hiero's Hand die gesunkene Macht von Syrakus sich hebt, erfüllt ihn die Hoffnung, dass bei solchen Erfolgen im Fortgang der Ereignisse es wohl geschehen könne, dass Syrakus wieder wie einst an die Spitze Siciliens träte und Hiero mit seinen nunmehr kriegstüchtigen Syrakusanern die Karthagischen Feinde ein für alle Mal aus dem Lande weise und unter seinem Regiment dauernder Friede die Insel beglücke. Dass der Dichter sich in seinen patriotischen Hoffnungen getäuscht hat, verargen wir ihm nicht; denn es war ein seltsames Spiel des Schicksals, dass die Loose der Insel in den nächstfolgenden Jahren so ganz anders fielen, als Theokrit geträumt hatte. Uns ist das Gedicht merkwürdig als ein Denkmal der Stimmungen und Erwartungen, welche die Griechen Siciliens an das erste sichtbare Hervortreten Hiero's gegen Ende der siebziger Jahre des dritten Jahrhunderts geknüpft hatten.

Noch ein Wort über den Epilog des Gedichtes. Theokrit kehrt am Ende zum Anfang zurück: mit den Grazien hob er an, mit den Grazien schliesst er ab, und indem er die im Eingang angesponnenen Fäden aufnimmt und in einer Schlussapostrophe an die Grazien zusammenzieht, giebt er seinem Gedichte Rundung und Geschlossenheit.

ὦ Ἐτεόκλειοι Χάριτες θεαί, ὦ Μινύειον
105 Ὀρχομενὸν φιλέοισαι ἀπεχθόμενόν ποτε Θήβαις,
ἄκλητος μὲν ἔγωγε μένοιμί κεν, ἐς δὲ καλεύντων
θαρσήσας Μοίσαισι σὺν ἁμετέραισιν ἰκοίμαν,
καλλείψω δ᾽ οὐδ᾽ ὔμμε· τί γὰρ Χαρίτων ἀγαπητὸν
109 ἀνθρώποις ἀπάνευθεν; ἀεὶ Χαρίτεσσιν ἅμ᾽ εἴην.

Theokrit nennt die Grazien Eteokleische Göttinnen[1] und Orchomenos ihren Lieblingssitz nach der (von Pausanias und nach ihm vom Scholiasten berichteten) Sage, dass Eteokles, der König von Orchomenos, ihnen zuerst als Göttinnen geopfert habe, Orchomenos aber 'einst mit Theben verfeindet' in Erinnerung an den (gleichfalls von Pausanias und dem Scholiasten erwähnten) mythischen Hader beider Städte, den Herakles geschlichtet, nicht den historischen aus dem vierten Jahrhundert, an den die Erklärer denken: persönliche Anspielungen, die man hineingelegt hat, wären zwecklos und unverständlich gewesen, und gebraucht Theokrit den volleren, mythisch verbrämten Ausdruck, um Grazien überhaupt, um seine Grazien, zu bezeichnen. Ihnen giebt er die Versicherung, ungeladen nicht gehen zu wollen, um ihnen nicht von Neuem eine Situation zu bereiten, wie sie Eingangs V. 8 ff. gezeichnet ist. Schon diese Fassung des Gedankens, mit der unverkennbaren Rückbeziehung auf jene frühere Ausführung (V. 5 ff.), kann zeigen, dass *μένοιμί κεν* (106) nicht eine Andeutung der Fremde enthält, in der Theokrit geschrieben habe: 'ungeladen', sagt er, 'gehe ich nicht, sondern bleibe wo ich bin, in meinem Hause, wo die Grazien im Kasten liegen.' Überdies überzeugt das Gedicht selbst in seinem Kern und Haupttheile, dass es nur in Syrakus, ich möchte sagen, unter den Augen Hiero's, verfasst ist,[2] und die von Manchen gehegte Meinung, dass dieses Gedicht später sei als das Loblied auf Ptolemäus (xvii), und Theokrit also aus und nach Alexandrien um Hiero's Gunst sich bemüht habe, kann bei vergleichender Betrachtung beider nicht bestehen. Wer, um dies Eine vorläufig zu berühren,

[1] *ὦ Ἐτεόκλειοι θεαί*, wozu *Χάριτες* appositionell gefügt in die Mitte zwischen die zusammengehörigen Theile gestellt ist; *χάριτες* aber (104) ist unstreitig die richtige Schreibung, nicht *θυγατέρες*, denn so, nicht *θύγατρες*, haben die Handschriften; dessen unmetrische Form nur um so deutlicher den Anlass der Verschreibung in der Übertragung aus V. 102 *θυγατέρες* aufweist; wie denn auch sonst bei Theokrit, 12, 10 und 12; 24, 112 und 114, Irrthümer auf ähnliche Übertragung zurückgehen.

[2] Anders urtheilt u. a. auch Hiller in der Bemerkung zur Einleitung des Gedichtes.

die Ausführung über Ptolemäus' Freigebigkeit gegen andere und insbesondere gegen die Dichter und die Erfolge, die der König damit erzielt (106—120), zusammenhält mit den Vorwürfen und Erinnerungen an die banausische Gewinnsucht, die das Gedicht an Hiero füllen, wird sich der Anerkenntniss nicht verschliessen, dass letzteres, so wie es ist, nach dem Loblied auf Ptolemäus nicht gedichtet sein konnte, und Theokrit vielmehr in Ägypten und an Ptolemäus genau das gefunden, was er in Sicilien vergeblich gesucht, zuletzt von Hiero vergeblich gehofft hatte. Demnach sind die üblen Erfahrungen, die Theokrit mit seinen Dichtungen gemacht und welche Form und Conception unseres Gedichtes eingegeben und bestimmt haben, in Syrakus und Sicilien, nicht anderswo, zu suchen, und μένοιμι (106) in anderem Sinne als dem bezeichneten nicht wohl zu fassen.[1] 'Ungeladen, ihr Grazien, bleibe ich wo ich bin, werde ich aber geladen, so ziehe ich getrost in das Haus der Ladenden mit meinen Musen, und werde (wann ich gehe) auch euch nicht zurücklassen.' Mit οὐδ' ὔμμε (108) wendet sich Theokrit zur Anrede an die Grazien zurück, und οὐδέ hat seine Beziehung allein an den Musen.[2] Wie er im Eingang V. 6 bloss Grazien, V. 69 bloss Musen als des Dichters Genossinnen nennt, so sind ihm hier Musen und Grazien Begleiterinnen, wie Aristophanes beide verbindet,

> μήτε Μούσας ἀνακαλεῖν ἑλικοβοστρύχους
> μήτε Χάριτας βοᾶν εἰς χορὸν Ὀλυμπίας

(Meineke Com. Gr. fragm. 2, 2 S. 1086. Fr. XVI) und Theognis (V. 15 Bergk)

> Μοῦσαι καὶ Χάριτες, κοῦραι Διός, αἵ ποτε Κάδμου
> ἐς γάμον ἐλθοῦσαι καλὸν ἀείσατ' ἔπος.

Und auch Theokrit hätte sagen können, 'geladen, ziehe ich mit Musen und Grazien wohin man mich ruft.' Da er aber von der Anrede der Grazien ausging, auf deren Beschwichtigung es vor allem ankam, so kehrt er nach Nennung der Musen in der Form der Anrede zu den Grazien zurück (καλλείψω οὐδ' ὔμμε) und verleiht ihnen dadurch den bevorzugteren Platz, indem er zugleich in der Lobpreisung derselben den fein geformten Abschluss seines den Grazien für viel Unbill als Anathem dargebrachten Gedichtes gewinnt: τί γὰρ Χαρίτων ἀγαπητὸν ἀνθρώποις ἀπάνευθεν· ἀεὶ Χαρίτεσσιν ἅμ' εἴην.

[1] Über die Schreibung s. m. Bem. im Hermes 10, 459.

[2] Hiller's Erklärung 'οὐδ', weil der Gedanke vorschwebt, ebenso wie gegen meinen fürstlichen Gönner werde ich mich auch gegen euch nicht treulos zeigen' kann ich mir nicht aneignen.

Über den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern.

Von H. F. Wiebe.
ständigem technischen Hülfsarbeiter der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission zu Berlin.

Vorgelegt von Hrn. Auwers.

In dem Sitzungsberichte vom 13. December 1883 von S. 1233 ab hat Hr. Prof. Dr. Rudolph Weber einen werthvollen Beitrag zur Beurtheilung des Einflusses der Zusammensetzung des Glases auf die Depressions-Erscheinungen der Thermometer gegeben.

Im Anschluss an diese Mittheilungen bin ich von dem Director der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission, Hrn. Prof. Dr. Foerster, beauftragt, der Akademie der Wissenschaften einige einschlagende Ergebnisse vorzulegen, welche bei den thermometrischen Arbeiten der genannten Behörde, im Zusammenwirken mit den HH. Prof. Dr. Abbe und Dr. Schott zu Jena, in den letzten Jahren erlangt worden sind.

Diese Ergebnisse sind geeignet, die Schlussfolgerungen des Hrn. Prof. Weber einerseits zu bestätigen, andererseits in solcher Weise zu vervollständigen, dass eine baldige Veröffentlichung derselben zweckmässig erschien, obwohl sie einer grösseren, noch nicht abgeschlossenen Reihe von Untersuchungen angehören.

Hinsichtlich der Erscheinungen, um die es sich handelt, darf wohl auf die ausführlichen Darlegungen hingewiesen werden, welche von Hrn. Dr. Pernet in Carl's Repertorium der physicalischen Technik Band XI S. 308 ff., sodann in dem ersten Bande der *Mémoires et travaux du Bureau International des Poids et Mesures*, endlich in der Abhandlung des Hrn. Dr. Thiesen in Nr 3 der von der Normal-Aichungs-Commission herausgegebenen Metronomischen Beiträge enthalten sind.

Allem Anscheine nach bestehen die fraglichen Vorgänge darin, dass von den bei jeder Erwärmung eines Thermometers eintretenden Vergrösserungen des Quecksilberbehälters auch nach dem Aufhören der betreffenden Erwärmung ein Theil während einer gewissen Zeit bestehen bleibt, wodurch der Eispunkt deprimirt erscheint, und dass sodann diese Rückstände der Ausdehnungswirkungen allmählich ver-

schwinden, wodurch eine langsame Ausgleichung jener Depression des Eispunktes, also ein Ansteigen desselben bedingt wird.

Eine besondere Complication dieser Erscheinungen tritt nun dadurch ein, dass dieselben in der Regel die Resultanten der Nachwirkungen einer gewissen Reihe vorhergegangener Erwärmungen von verschiedenem Grade und verschiedener Dauer sind.

Insbesondere compliciren sich diejenigen anhaltenden Ansteigungen des Eispunktes, welche eine Folge des allmählichen Verschwindens der von der hohen Anfertigungstemperatur eines Thermometers noch herrührenden Rückstände der Ausdehnung des Fassungsraumes sind, mit denjenigen Depressionen oder denjenigen Ansteigungen des Eispunktes, welche sich beziehungsweise als eine sofortige Folge oder als eine nachherige langsame Ausgleichung der Rückstände derjenigen Ausdehnungen des Gefässes erklären, die durch alle anderen Erwärmungen des Thermometers, längere oder kürzere Zeit vor dem jeweiligen Beobachtungszustande, verursacht sind.

Bekanntlich kann durch solche Superpositionen in Verbindung mit der Erscheinung, dass andauernde Erwärmungen zugleich das Verschwinden von Nachwirkungen früheren Ursprungs begünstigen, der gewöhnliche Verlauf der Eispunktsbewegungen sogar ganz wesentlich abgeändert werden. Zumal bei einem jungen Thermometer kann durch anhaltendes Sieden das Verschwinden der von der Anfertigungstemperatur herrührenden Ausdehnungsrückstände so beschleunigt werden, dass das dadurch bedingte Ansteigen des Eispunktes diejenige Depression des letzteren, welche sonst durch die Nachwirkungen der Siedetemperatur selber verursacht wird, in genügendem Maasse ausgleicht, um das Thermometer von der gewöhnlichen, durch das Sieden hervorgebrachten Depression des Eispunktes fast vollkommen frei erscheinen zu lassen. Wenn dann dasselbe Thermometer älter geworden oder durch wiederholte anhaltende Erwärmungen, verbunden mit sehr langsamen Abkühlungen, älter gemacht worden ist, so dass auch die durch das Sieden hervorgerufene Beschleunigung des Verschwindens der von der Anfertigungstemperatur herrührenden Nachwirkungen einen bedeutend geringern Betrag annimmt, tritt die jedesmalige Depressionswirkung des Siedens stärker und stärker hervor.

Für Vorgänge dieser Art, welche besondere Sorgfalt bei der Untersuchung der Depressionsconstanten neu angefertigter Thermometer verlangen, liegen bei der Normal-Aichungs-Commission und anderweitig zahlreiche Beispiele vor. Obwohl Hr. Prof. Weber nicht angegeben hat, ob und in welcher Weise dieser Gesichtspunkt bei seinen Depressionsuntersuchungen neuer Thermometer Beachtung gefunden

hat, ist diess bei seiner Erfahrung auf dem in Rede stehenden Gebiete wohl zu erwarten. (Bei dieser Gelegenheit darf wohl erwähnt werden, dass ein Theil der von Hrn. Prof. Weber mitgetheilten Untersuchungen, nämlich die ersten bis zum Jahre 1879 reichenden Untersuchungen an den Thermometern Nr. 1, 2 und 13 von ihm unter Mitwirkung mehrerer Beamten der Normal-Aichungs-Commission mit den Mitteln und Einrichtungen dieser Behörde ausgeführt worden sind.)

Aus dem vorstehend erörterten Sachverhalte ergibt sich auch, dass die Verschiedenheiten des Verlaufes des fortschreitenden Ansteigens der Eispunkte in mehrjährigen Zeiträumen bei weitem keine so charakteristischen Merkmale für die bezüglichen Eigenschaften gewisser Thermometer und Glassorten abgeben können, als die mit gehöriger Vorsicht beobachteten sogenannten Depressionsconstanten, nämlich die Maximaldepressionen, welche nach anhaltender Erwärmung bis auf die Siedetemperatur jedesmal aufs Neue eintreten.

Die Höhe der Anfertigungstemperatur eines Thermometers und die Art seiner Behandlung bei der Anfertigung beeinflusst auch jedenfalls den Betrag und den Verlauf der bezüglichen Ansteigungen in erheblicher Weise. Ausserdem werden, nach manchen vorliegenden Erfahrungen bei der gewöhnlichen deutschen Einrichtung der Thermometer, Unregelmässigkeiten in dem Ansteigen der Eispunkte von Jahr zu Jahr mitunter auch dadurch verursacht, dass die von der Thermometerröhre getrennte Scale gegen den eigentlichen Behälter kleine Verschiebungen erfährt, welche nur dadurch ausgeschlossen oder unschädlich gemacht werden können, dass auf den Capillaren selbst mindestens Controlmarken angebracht werden, mittels deren man sich der unveränderten Stellung der Scale zu dem Gefässe und der Röhre jedesmal versichert oder die erforderlichen Daten zur numerischen Berücksichtigung kleiner Veränderungen dieser Art gewinnt.

Von solchen Unsicherheiten kann man die Bestimmungen der sogenannten Depressionsconstante bei jeweiligen vorübergehenden Erwärmungen auf 100° vollständig frei halten.

Aus Nr. 3 der von der Normal-Aichungs-Commission herausgegebenen »Metronomischen Beiträge« ist näher zu ersehen, mit welchen Schwierigkeiten und Umständlichkeiten die Temperaturbestimmung mit Anwendung solcher Thermometer behaftet ist, bei denen eine Erwärmung auf 100° vorübergehende Depressionen des Eispunktes von solchen Beträgen hervorruft, wie sie in den letzten Jahrzehnten, insbesondere bei den deutschen Thermometern, immer allgemeiner hervorgetreten waren.

Nach Dr. Pernet's Untersuchungen, welche auch in zahlreichen Fällen bei den thermometrischen Arbeiten der Normal-Aichungs-Commission bestätigt worden sind, kann man näherungsweise annehmen, dass, wenn eine Erwärmung auf 100° eine Maximaldepression des Eispunktes eines Thermometers gleich δ hervorruft, Temperaturen (t) zwischen Null und etwa + 50°, wie sie bei Maass- und Gewichtsuntersuchungen im allgemeinen vorkommen, noch ziemlich andauernde Eispunktsdepressionen verursachen, deren Betrag durch $\delta\left(\frac{t}{100}\right)^2$ ausgedrückt wird.

Wenn also δ über 0°50 beträgt, werden schon Erwärmungen des Thermometers auf 25° Eispunktsdepressionen von mehr als 0°03 verursachen können. Hierdurch aber wird die Temperaturmessung in fast unerträglicher Weise complicirt.

Die Normal-Aichungs-Commission hatte daher, da bei den neueren Thermometern Depressionsconstanten von erheblich mehr als 0°50 häufig vorkamen, schon seit etwa zehn Jahren allen Anlass, den Ursachen dieser Erscheinung aufs Eingehendste nachzuforschen.

Erst in den letzten Jahren ist es aber im Zusammenwirken mit den HH. Prof. Abbe und Dr. Schott in Jena gelungen, Glassorten zu componiren, welche bei einer sonst für thermometrische Verwendung geeigneten Beschaffenheit alle Sicherheit geben, dass die in Rede stehenden Nachwirkungen nunmehr innerhalb so enger Grenzen bleiben werden, dass fortan das Quecksilber-Glasthermometer ohne zu grosse Mühewaltungen Temperaturangaben mit der Genauigkeit von einem Hundertel des Centigrades wirklich zu liefern im Stande sein wird.

Die Untersuchungen, welche Hr. Prof. Weber bereits früher, zum Theil in Gemeinschaft mit der Normal-Aichungs-Commission, ausgeführt hat, haben zu dieser Entwickelung der Dinge jedenfalls auch sehr dankenswerthe Beiträge geliefert.

Zunächst wurde in Jena das Glas des Gefässes von sieben der Normal-Aichungs-Commission gehörigen Thermometern näher untersucht, bei denen die Nachwirkungserscheinungen durch umfassende Beobachtungsreihen in vollständigster Weise ermittelt waren.

Die sehr genau bekannten Depressionsconstanten dieser sieben Thermometer zeigten Werthe, die zwischen 0°06 und 0°65 lagen. Die folgende Tafel lässt die Beziehungen zwischen dem Werthe der Depressionsconstante und der Zusammensetzung des bezüglichen Glases erkennen:

	Thermometer von BESSEL für HUMBOLDT kalibrirt Nr. 2	Thermometer von J. G. GREINER jr. 1848 F_1	Thermometer von J. G. GREINER jr. 1856 F_2	Thermometer von J. G. GREINER jr. 1872 F_3	Thermometer von CH. F. GEISSLER 1875 Nr. 13	Thermometer von G. A. SCHULTZE 1875 Nr. 3	Thermometer von RAPP Nachf. 1878 F_1
Kieselsäure . .	64.45	64.66	64.49	68.62	69.58	66.53	66.74
Eisenoxyd . .	0.81	0.53	0.61	0.53	0.46	0.43	0.30
Thonerde . . .		0.24	0.42	2.37	2.09	2.18	0.21
Kalk	12.36	13.38	11.56	7.36	7.90	9.44	8.68
Magnesia . . .	0.22	0.27	0.38	0 36	0.30	0.21	0.22
Manganoxyd .	Spur	Spur	0.77	0.34	Spur	Spur	0.08
Arsensäure . .	0.89	0.87	0.35	Spur	0.27	0.74	Spur
Kali	20.09	18.89	17.14	3.56	3.97	3.95	10.57
Natron	0.86	1.48	3.75	16.89	15.35	16.15	12.72
Summe	99.68	100.32	99.47	100.03	99.92	99.63	99.52
Depression für 100°	0°06	0°15	0°38	0°38	0°40	0°44	0°65
$\frac{\text{Natron}}{\text{Kali}}$ =	0.04	0.08	0.22	—	—	—	
$\frac{\text{Kali}}{\text{Natron}}$ =	—	—	—	0.21	0.26	0.24	0.83

Die Analyse des Glases englischer Normal-Thermometer (sogenannten Krystallglases) hat dagegen Folgendes ergeben:

Kieselsäure	49.49
Bleioxyd	33.90
Thonerde und Eisenoxyd	0.35
Manganoxyd	0.13
Kalk	1.20
Magnesia	0.67
Kali	12.26
Natron	1.54
Summe	99.54
Depression für 100°	0°15
$\frac{\text{Natron}}{\text{Kali}}$	0.13

Obige Zusammenstellung zeigt, dass die Depression den grössten Betrag bei demjenigen Glase hat, in welchem Natron und Kali in nahezu gleichem Procentbetrage enthalten sind, fast identische Beträge bei denjenigen Gläsern, bei denen das Verhältniss Kali zu Natron oder Natron zu Kali nahe identische Beträge hat, endlich den geringsten Betrag bei demjenigen Glase, in welchem neben einem starken Kaligehalte nur ein minimaler Natrongehalt vorhanden ist, nahe übereinstimmend mit den von Hrn. Prof. WEBER aus seinen Erfahrungen gezogenen Schlussfolgerungen.

Da jedoch die vorstehenden Ergebnisse in Folge der in denselben hervortretenden Verschiedenheiten der Procentsätze der übrigen

Bestandtheile des Glases noch eine gewisse Unbestimmtheit enthalten, wurde nunmehr auf Veranlassung der Normal-Aichungs-Commission in dem unter Leitung von HH. Prof. Abbe und Dr. Schott stehenden glastechnischen Laboratorium zu Jena eine grössere Anzahl Glassorten von verschiedener Zusammensetzung angefertigt, bei deren Herstellung man nur gewisse Componenten erheblicher variirte und die anderen möglichst unverändert liess, um den Einfluss der einzelnen Componenten und ihrer Combinationen mit grösserer Sicherheit beobachten zu können.

Weiterhin versuchte man in Jena mit günstigem Erfolge, statt nur die in der Glastechnik gebräuchlichen Glasarten zu analysiren und nachzubilden, neue Elemente und wesentlich verschiedene Compositionen der Verwendung des Glases zu Thermometern dienstbar zu machen. Nähere Mittheilungen hierüber bleiben vorbehalten.

Bisher sind etwa zwanzig solcher Glassorten angefertigt, sodann im Auftrage der Normal-Aichungs-Commission von dem hiesigen Mechaniker Hrn. Fuess zu Thermometern verarbeitet und bei der Commission auf thermische Nachwirkung untersucht worden.

Von den Ergebnissen dieser mit aller Vorsicht ausgeführten Arbeiten, die nach vielen Richtungen hin noch der Ergänzung bedürfen, aber schon jetzt erhebliche Fingerzeige dargeboten haben, soll einstweilen zur Vervollständigung und schärferen Präcisirung der Weber'schen Schlussfolgerungen nur Folgendes mitgetheilt werden.

Um den gesonderten Einfluss von Kali und Natron auf die Nachwirkungs-Erscheinungen noch deutlicher zu machen, dienten drei Glassorten, deren Zusammensetzung, auf synthetischem Wege erhalten, aus folgendem Täfelchen erhellt:

Glas Nr. IV	Glas Nr. VIII	Glas Nr. XXII
Kali 13.5	Natron . . . 15	Kali 14
Natron . . . 0.0	Kali 0	Natron . . . 14
Kalk 16.5	Kalk 15	Kalk 6
Kieselsäure 70.0	Kieselsäure 70	Kieselsäure 66

Für die Depressionsconstanten der aus diesen Glassorten angefertigten Thermometer wurden folgende Beträge gefunden:

Glas	Depression für 100°
Nr. IV . .	0°07
Nr. VIII .	0.07
Nr. XXII .	0.84

Hieraus geht besonders deutlich hervor, dass, wie die WEBER'schen und die vorstehend aufgeführten Untersuchungen von sieben älteren Thermometern bereits wahrscheinlich machten, eine wesentliche Ursache der Nachwirkungs-Erscheinungen in einem gewissen Gleichmaass der Betheiligung von Natron und Kali an der Zusammensetzung des Glases und in einer dadurch bedingten Art von Labilität zu suchen ist, dass dagegen eine hinreichende Einschränkung der Nachwirkungen nicht blos durch Weglassung von Natron bei erheblichem Kaligehalt, wie Hr. Prof. WEBER gefolgert hat, sondern auch durch Weglassung von Kali bei erheblichem Natrongehalt erreicht werden kann, denn die beiden Gläser Nr. IV und Nr. VIII würden selbst für die feinsten thermometrischen Arbeiten als ausreichend sicher zu erachten sein, während der Glastypus Nr. XXII, sowie der von F_4 der vorhergehenden Zusammenstellung in Zukunft für thermische Zwecke total zu verwerfen sein wird.

Obige Folgerungen bezüglich der reinen Kali- und der reinen Natrongläser werden indessen durch im Gange befindliche weitere Untersuchungen über alle Seiten der Frage noch eingehender zu prüfen sein.



Adresse an Hrn. Duncker zur Feier seines funfzigjährigen Doctorjubiläums am 16. Juli 1884.

Hochgeehrter Herr!

Am 16. Juli 1884 erfüllt sich ein halbes Jahrhundert, nachdem Sie an unserer Universität die ersten wissenschaftlichen Ehren errungen haben. Indem wir Ihnen zu diesem Tage unsern collegialen Glückwunsch darbringen, ist es auch für uns Genugthuung und Freude, einen Rückblick auf die reiche Wirksamkeit zu werfen, durch welche Ihnen jener Zeitraum stets neue Quellen wachsender Erfolge eröffnet hat.

Nachdem Sie durch solide Erforschung germanischer Alterthümer auf dem wissenschaftlichen Boden festen Fuss gefasst, haben Sie als Docent in Halle unter schwierigen Verhältnissen, die sich bis zu politischer Verfolgung steigerten, eine fruchtbare Wirksamkeit behauptet; Sie haben darauf in Tübingen die dortige Jugend, wie es selten einem Norddeutschen gelingt, an sich herangezogen und begeistert; Sie haben später eine schwierigere Aufgabe durch Ihre langjährigen Vorträge an der hiesigen Kriegsakademie mit gleich glänzendem Erfolge gelöst.

Längere Zeit hindurch sind Sie, neben der lehrenden, auch in einflussreicher politischer Wirksamkeit in mehreren sehr verschiedenartigen Stellungen gewesen. Überall haben Sie Einsicht, praktischen Blick, Mässigung und Charakterfestigkeit bewährt.

Ihrer Verwaltung der Preussischen Staatsarchive ist ein bleibendes und ehrendes Andenken schon dadurch gesichert, dass in dieselbe die Anfänge der glücklichen Wendung fallen, welche der wissenschaftlichen Forschung in immer weiterem Maasse freien Zugang zu den früher so ängstlich abgeschlossenen Schätzen eröffnet hat. Sie selbst sind nicht der letzte gewesen, auf dem durch Ihr Wirken zugänglich gewordenen Acker treffliche Früchte zu zeitigen. Ihre grossen Abhandlungen über die erste Theilung Polens, über Preussen unter der französischen Occupation, neben vielen kleineren Arbeiten ähnlicher Art, sind ohne Einschränkung als classische Muster historischer Monographien zu bezeichnen.

Ihr grosses Lebenswerk, die Geschichte des Alterthums, zeichnet sich in allen seinen Theilen durch selbständige, von wahrem kritischen Sinne getragene Verwerthung der neueren Forschung in ihrem weitesten Umfang, sowie durch anschauliche, stets auf den Kern der Sache dringende Darstellung aus. Insbesondere in der griechischen Geschichte erscheint ein erschöpfendes Quellenstudium und ein gereiftes politisches Urtheil, so dass man sagen kann, es habe sich in Ihnen der Philologe und der Staatsmann vereinigt, um ein Werk von seltener Bedeutung zu erschaffen. Mit lebhafter Befriedigung hat die Akademie erfahren, dass Sie nach langer Unterbrechung jetzt das Werk um einen neuen Band gefördert haben. Möge es Ihnen selbst, möge es uns und dem Vaterlande vergönnt sein, dass Sie noch lange Jahre hindurch die Kraft bewahren, ein so grosses Unternehmen immer weiter der Vollendung entgegen zu führen.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 24. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1884.
XXXVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

24. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Mommsen las über die Caesares des Aurelius Victor.

Die Mittheilung erscheint in einem der nächsten Sitzungsberichte.

2. Derselbe las über das Verhältniss des Tacitus zu den Acten des Senats.



1884.
XXXVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

24. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Rammelsberg las die umstehend folgende Mittheilung über die essigsauren Salze des Urans.



Über die essigsauren Doppelsalze des Urans.

Von C. Rammelsberg.

Hierzu Taf. VIII.

Das essigsaure Uran (Uranyl) bildet mit anderen Acetaten eine Reihe ausgezeichneter Doppelsalze, von denen das durch seine tetraedrische Form und Schwerlöslichkeit leicht kenntliche Natronsalz schon vor langer Zeit von Duflos entdeckt wurde. Später haben sich Wertheim[1] und Weselsky[2] mit der Untersuchung dieser Salze beschäftigt, und auch ich habe einige beschrieben.[3]

Wertheim beschrieb das Ammoniak-, Kali-, Natron-, Silber-, Caryt-, Magnesia-, Zink- und Bleisalz, aber nur vom Silbersalz theilte er eine Messung der Krystalle mit. Weselsky untersuchte die Salze von Strontian, Kalk, Magnesia, Mangan, Zink, Nickel, Kobalt und Kadmium. und Grailich[4] bestimmte Form und optisches Verhalten derselben.

Man dürfte hiernach erwarten, dass diese Salzreihe nach Form und Zusammensetzung wohlbekannt wäre, allein bei Zusammenstellung der Thatsachen gelegentlich der Ausarbeitung meines Handbuchs der krystallographisch-physikalischen Chemie stiess ich auf mehrfache Widersprüche in den Angaben, welche mich zu einem erneuten Studium jener Salze veranlassten, und die Resultate dieser krystallographischen und chemischen Untersuchungen sind es, welche ich heute der Akademie vorlege.

Hierbei hat sich ergeben, dass ein und dasselbe Metall, z. B. Magnesium, zwei im Wassergehalt verschiedene Salze bildet, ja dass ein Metall, z. B. Mangan, zwei in ihrer Zusammensetzung und im Wassergehalt verschiedene Verbindungen liefern kann. Hierin liegt der Schlüssel zu gewissen seltsamen Irrthümern, welche bisher unbeachtet geblieben sind.

---

[1] J. f. pr. Chem. 29, 207 (1843).

[2] Ebend. 75, 55 (1858).

[3] Pogg. Ann. 145, 158 (1872).

[4] Kryst.-opt. Untersuchungen. Wien 1858. Sowie: Grailich und Lang Unters. über d. phys. Verh. kryst. Körper. Wien 1858.

So hatte Weselsky ein Magnesiasalz untersucht, in welchm 1 At. Mg gegen 2 At. U und 12 Mol. Wasser enthalten sind. Grailich bestimmte die Form der ihm von Jenem übergebenen Krystalle, allein diese Krystalle gehörten gar nicht jenem Salze, sondern einem Hydrat mit 7 Mol. Wasser an, welches bisweilen gleichzeitig mit dem ersten anschiesst, was aber Weselsky übersehen hatte.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Salzen des Mangans. Das was Weselsky analysirt hat, enthielt 1 At. Mn gegen 2 At. U und 12 Mol. Wasser, allein die angeblichen Krystalle dieses Salzes, welche der Genannte an Grailich übergab, sind ganz anders zusammengesetzt, denn sie enthalten nur 1 At. U und 6 Mol. Wasser, und von diesen ist wiederum keine Analyse gemacht worden.

Ebenso irrthümlich ist die Behauptung Weselsky's, das Kadmiumsalz sei isomorph dem Magnesiumsalze.

Ich bin sehr geneigt zu glauben, dass ähnliche Irrthümer mehrfach vorgekommen sind und so lange vorkommen werden, als die Chemiker nicht im Stande sind, die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Körper, Form und optisches Verhalten, selbst zu bestimmen.

Essigsaures Uranyl-Natron.

Dieses am längsten bekannte Salz der Reihe, von Duflos zuerst dargestellt, ist durch seine Form, Schwerlöslichkeit und Mangel an Krystallwasser ausgezeichnet.

Wertheim benutzte es zur Feststellung des Uranatoms, welches er = 239.1 bestimmte.

Die Analysen des Genannten haben die Formel

$$NaC^2H^3O^2 + UO^2.C^4H^6O^4$$

ergeben.

	Berechnet		Gefunden im Mittel
Na =	23 =	4.88	4.77
U =	240 =	50.85	50.37
2O =	32 =	6.77	—
$3C^2H^3O^2$ =	177	37.50	37.19
	472	100	

Es krystallisirt bekanntlich regulär, mit tetraedrischer Hemiedrie, und bildet Tetraeder, deren Ecken durch das Granatoeder dreiflächig zugespitzt sind.

Beim Glühen bleibt uransaures Natron, $Na^2U^2O^7$, zurück, berechnet 67.54 Procent, während Wertheim im Mittel dreier Versuche 67.523 fand.

Essigsaures Uranyl-Ammoniak.

Aus der gemeinsamen Lösung der beiden Acetate im Verhältniss gleicher Mol. erhält man gelbe Krystallanschüsse, welche lange, äusserst dünne Prismen, später aber kurz prismatische durchsichtige Krystalle darstellen.

1. Von einem ersten Anschuss wurden 2.172 mit Natronlauge der Destillation unterworfen, und das Ammoniak in verdünnte Chlorwasserstoffsäure geleitet. Das nach Zusatz von Platinchlorid und Eindampfen bleibende, mit Äther-Alkohol gewaschene Salz hinterliess 0.443 Pt = 0.01818 NH^4.

2.358 desselben Salzes gaben beim Glühen 1.42 U^3O^8 = 1.20566 U.

2. 2.92 gaben in gleicher Weise 1.755 U^3O^8, nachdem sie bei 175° 0.016 hygroskopisches Wasser, = 0.55 Procent, verloren hatten.

3. 2.119 eines ersten Anschusses in einer neuen Darstellung lieferten 1.274 U^3O^8.

4. Vom dritten Anschuss derselben Darstellung wurden 2.138 wie unter I. behandelt. Es resultirten 0.442 Pt = 0.081814 NH^4.

1.47 gaben 0.882 U^3O^8.

5. 3.09 dieses Salzes verloren bei 150° 0.012 = 0.39 Procent hygroskopischen Wassers und lieferten 1.862 U^3O^8.

	Gefunden				
	1	2	3	4	5
NH^4	3.77	—	—	3.83	—
U	51.13	51.31	51.04	50.95	51.36.

Aus diesen Versuchen folgt, dass das Salz des ersten und letzten Anschusses identisch, dass sie wasserfrei sind, und je 1 At. Ammonium und Uran enthalten.

$$NH^4.C^2H^3O^2 + UO^2.C^4H^6O^4$$

NH^4	=	18	=	3.85
U		240	=	51.39
2O	=	32	=	6.85
$3C^2H^3O^2$	=	177	=	37.91
		467		100

Ein Hydrat mit aq würde 3.71 H^2O und nur 49.48 U voraussetzen.

Die Krystalle eines dritten (letzten) Anschusses (Anal. Nr. 4 und 5) habe ich genau bestimmen können. Es sind viergliedrige Combinationen eines quadratischen Prismas p, auf dessen Flächen zwei Quadratoktaeder, o und o^3 aufgesetzt sind, während ein Oktaeder zweiter Ordnung $d\frac{3}{2}$ durch seine Zonenlage gegen die *o* und *o*³ bestimmt ist; Fig. 1.

Auch glückte es, an einigen Krystallen der ersten Anschüsse durch ungefähre Messungen ihre Identität mit jenen festzustellen.

Dieselben Krystalle hat GRAILICH[1] offenbar unter Händen gehabt, wiewohl er blos o^3 und p beobachtete und ihm eine Formel zuschreibt, in welcher 5 Mol. Wasser enthalten sind.

Wenn man das stumpfere jener beiden o als Grundform betrachtet, hat man

$$o = a : a : c$$
$$o^3 = a : a : 3c$$
$$d^3/_2 = a : {}^3/_2c : \infty a$$
$$p = a : a : \infty c$$

	Berechnet	Beobachtet Rg.	Beobachtet Grailich
o 2A =	133° 50′		
o 2C =	67 20		
o^3 2A =	101 34	101° 30′	
o^3 2C =	126 50		
$d^3/_2$ 2A =	131 52		
$d^3/_2$ 2C =	70 28		
o : p =	123 40	123 10	
o^3 : p =		*153 20	154° 20′
o : o^3 =	150 15	149 40	
$d^3/_2$: p =	102 55		

a : c = 1 : 0.4708.

Sehr häufig herrscht eine Prismenfläche vor, wodurch u. a. die dünnen flachen Prismen entstehen. GRAILICH beobachtete eine starke horizontale Streifung auf o^3 und p und wies die Fluorescenz an den Krystallen nach.

Schon WERTHEIM beschrieb ein Salz in seidenglänzenden Nadeln aus der syrupdicken Lösung anschiessend. Allein er fand, dass dasselbe 10 Procent Wasser enthält. Leider hat er das Ammonium nicht bestimmt, doch führen seine Zahlen zu der Formel

$$(NH^4.C^2H^3O^2 + UO^2.C^4H^6O^4) + 3aq.$$

		Berechnet	Gefunden	
NH^4 =	18 =	3.46		
U =	240 =	46.07	45.96	46.00
2O =	32 =	6.14		
$3C^2H^3O^2$ =	177 =	33.97	34.49	
$3H^2O$ =	54 =	10.36	10.08	10.76
	521	100		

[1] Kryst. opt. Unters. S. 157.

[2] An Krystallen des ersten Anschusses ungefähr 101°.

Das Wasser ging bei 100° fort. Sowohl die Formel als auch die Berechnung sind bei WERTHEIM fehlerhaft.

Essigsaures Uranyl-Kali.

Es wurde theils direct aus beiden Acetaten, theils dadurch erhalten, dass Uranylnitrat mit Kali gefällt und der Niederschlag in Essigsäure gelöst wurde.

Die kleinen gelben Krystalle sind bereits von WERTHEIM untersucht worden, dessen Angaben die eigenen Versuche bestätigen. Ihre Lösung zersetzt sich beim Kochen unter Abscheidung von uransaurem Kali.

1. 2.903 hinterliessen nach dem Glühen einen rothen Rückstand von uransaurem Kali, welcher mit Chlorammon in Wasserstoff erhitzt wurde. Durch Behandeln mit Wasser wurden 0.426 KCl und 1.627 an der Luft geglühtes U^3O^8 erhalten.

2. 2.827 gaben in gleicher Weise 0.423 KCl und 1.588 U^3O^8.

3. 2.216 verloren bei 250° 0.062.

			WERTHEIM	
	1	2, 3	1	2
Kalium	7.68	7.83	7.61	7.69
Uran	47.58	47.87	47.42	47.06
Wasser		2.80	3.74	

Die Formel

$$(KC^2H^3O^2 + UO^2C^4H^6O^4) + aq$$

erfordert

K	39 =	7.70
U	240	47.43
2O	32	6.31
$3C^2H^3O^2$	177	35.00
H^2O	18	3.56
	506	100

Die Menge des Glührückstandes $K^2U^2O^7$ muss 66.2 Procent betragen. Ich erhielt 67.07.

Die Krystalle sind immer nur klein, aber vollkommen durchsichtig. Sie wurden von WERTHEIM und von SCHABUS[1] als viergliedrig erkannt. Die von mir beobachteten waren Combinationen des Prismas p mit dem Hauptoktaeder o, und zwei Oktaedern zweiter

[1] Bestimmung der Krystallgestalten etc. S. 25.

Ordnung, dem ersten stumpferen d, und dem zweifach stumpferen desselben $\frac{d}{2}$. SCHABUS fand auch das zweifach stumpfere des Hauptoktaeders $\frac{o}{2}$. Fig. 2.

$$o = a : a : c$$
$$\frac{o}{2} = a : a : \tfrac{1}{2}c$$
$$d = a : c : \infty a$$
$$\frac{d}{2} = 2a : c : \infty a$$
$$p = a : a : \infty c$$

	Berechnet	Beobachtet SCHABUS	WERTHEIM	RG.
o { 2A =	103° 28′	103° 28′		
2C =	122 16	122 17		
$\frac{o}{2}$ { 2A =	123 16			
2C =	84 26			
d { 2A =	104 8			
2C =	112 12			
$\frac{d}{2}$ { 2A =	135 6			
2C =	65 22			
p : o =		*151° 8′	151° 8′	151° 0′
p : $\frac{o}{2}$ =	132 13			
o : $\frac{o}{2}$ =	161 5	161 4.5		
d : o =	141 44			
d : p =	128 16			
$\frac{d}{2}$: $\frac{o}{2}$ =	151 38			
$\frac{d}{2}$: p =	118 22			

$$a : c = 1 : 1.283.$$

Die Oktaederflächen sind glatt, die Prismenflächen horizontal gestreift und meist etwas gekrümmt. Die Flächen d sind selten und nur als schmale Abstumpfung der Endkanten von o vorhanden.

Die Krystalle sind spaltbar nach dem Prisma.

Essigsaures Uranyl-Silber.

Dieses Doppelsalz wurde von WERTHEIM untersucht, welcher dasselbe in grünlichen viergliedrigen Krystallen erhielt, welche durch

Erhitzen mit Wasser unter Abscheidung von braunem uransaurem Silber zersetzt werden, in kaltem Wasser aber mit gelber Farbe leicht löslich sind. Bei 100° erleiden sie keinen Gewichtsverlust, später gehen 3.2 Procent Wasser fort, allein noch bei 275° ist das Salz unzersetzt, nur bräunlich gefärbt. Er fand in sechs Versuchen 18.16 bis 18.82 Procent Silber.

Meine eigenen Erfahrungen weichen hiervon nur insoweit ab, als ich die reinen Krystalle von gelber Farbe erhielt, und bei 265° schon eine anfangende Zersetzung bemerkte, in Folge davon das graugefärbte Salz nicht mehr vollständig löslich war.

WERTHEIM's Analysen haben die Formel

$$(Ag C^2 H^3 O^2 + UO^2 . C^4 H^6 O^4) + aq$$

ergeben.

			WERTHEIM (Mittel)
Ag =	108 =	18.78	18.68
U	240	41.74	41.58
2 O	32	5.57	
$3 C^2 H^3 O^2$	177	30.78	30.41
$H^2 O$	18	3.13	3.20
	575	100	

Eine Probe, der ein wenig Uranacetat beigemengt war, gab mir 16.93 Procent Ag und 42.45 Procent U. — Bei 200° betrug der Wasserverlust 3.44 Procent.

Nach WERTHEIM hinterlässt es beim Glühen ein in der Hitze beständiges $Ag^2 U^2 O^7$.

Die viergliedrigen Krystalle sind quadratische Prismen p, durch das Oktaeder o vierflächig zugespitzt, wozu noch die Endfläche c tritt.

$$o = a : a : c$$
$$p = a : a : \infty c$$
$$c = c : \infty a : \infty a.$$

	Berechnet	Beobachtet W.	Beobachtet Rg.
o { 2 A =	100° 2′		100° 0′
o { 2 C =	130 38		130 30
o : p =		*155° 19′	155 17
o : c	114 41		114 35

$$a : c = 1 : 1.5385.$$

Die Flächen o und c sind glatt und eben, die p horizontal gestreift, bisweilen bauchig gekrümmt.

Essigsaures Uranyl-Lithion.

Aus dem Gemisch der beiden Acetate scheiden sich beim Verdunsten sehr kleine gelbe Krystalle eines Doppelsalzes ab, dessen Form ich nicht zu bestimmen vermochte.

1. 2.916 wurden bei Luftzutritt geglüht und hinterliessen 1.775 uransaures Lithion, welches, mit Chlorammon in Wasserstoff erhitzt, 1,791 eines Gemenges von UO^2 und $LiCl$ gaben, welches an Wasser 0.222 $LiCl$ abtrat, während 1.629 an der Luft geglühtes U^3O^8 zurückblieben.

2. 3.872 verloren bei 220° 0.37, und dann bis 250° nichts weiter.

3. 2.814 verloren 0.276.

Hiernach ist das Salz

$$(LiC^2H^3O^2 + UO^2.C^4H^6O^4) + 3\,aq.$$

	Berechnet		Gefunden 1, 2	Gefunden 3
Li =	7 =	1.37	1.25	
U	240	47.06	47.43	
2 O	32	6.27		
$3\,C^2H^3O^2$	177	34.70		
$3\,H^2O$	54	10.60	9.56	9.81
	510	100		

Der Rechnung nach müssen 59.41 $Li^2U^2O^8$ beim Erhitzen zurückbleiben, während 60.87 gefunden wurden. Ebenso müssen 61.66 $LiCl$, UO^2 erhalten werden, während der Versuch 61.42 gab.

Essigsaures Uranyl-Thallium.

Die Mischung der Lösungen beider einfachen Salze gab Anschüsse, welche nur theilweise aus erkennbaren Krystallen bestanden. Zuletzt schoss das reine Thalliumsalz an.

Ich habe nur eine Probe des krystallisirten untersucht, welches in Wasser schwer löslich ist. 3.148 wurden in Lösung mit wenig Essigsäure versetzt und durch Jodkalium gefällt; es fielen 1.024 TlJ nieder, während das Filtrat, mit Ammoniak übersättigt, 1.63 U^3O^8 lieferte.

Hiernach ist das Salz

$$(TlC^2H^3O^2 + 2\,UO^2.C^4H^6O^4) + 2\,aq.$$

	Berechnet		Gefunden
Tl	= 204 =	18.90	20.05
2 U	480	44.79	43.96
4 O	64	5.93	
5 $C^2H^3O^2$	295	27.34	
2 H^2O	36	3.34	
	1079	100	

Die Krystalle sind ihrer matten Flächen wegen zu genaueren Messungen untauglich. Es sind nahe rechtwinklige Prismen, in deren Endigung drei Flächen auftreten, eine auf die vordere Prismenkante gerade aufgesetzte schiefe Endfläche, deren Kanten mit den hinteren Prismenflächen durch ein Flächenpaar abgestumpft sind, welches gleichzeitig mit der Abstumpfung der seitlichen Prismenkanten in eine Zone fällt. Sie scheinen demnach zwei- und eingliedrig zu sein.

Essigsaurer Uranyl-Baryt.

Dieses Doppelsalz bildet nur dünne gelbe Blättchen, deren Form sich nicht bestimmen lässt. Seine Zusammensetzung ist nach WERTHEIM

$$(Ba\,C^4H^6O^4 + 2\,UO^2.\,C^4H^6O^4) + 6\,aq.$$

	Berechnet		Gefunden im Mittel
Ba	= 137 =	11.99	12.07
2U	480	42.00	41.78
4O	64	5.60	
3 $C^4H^6O^4$	354	30.96	
6 H^2O	108	9.45	9.23
	1143	100	

Essigsaurer Uranyl-Strontian.

Mir ist die Darstellung messbarer Krystalle aus der stark efflorescirenden Lösung nicht geglückt.

Wohl aber hat WESELSKY die weiterhin zu beschreibenden Krystalle erhalten, welche nach ihm sind

$$(Sr\,C^4H^6O^4 + 2\,UO^2.\,C^4H^6O^4) + 6\,aq.$$

	Berechnet		Gefunden
Sr	= 88 =	8.04	7.52
2 U	480	43.88	44.10
4 O	64	5.85	
3 $C^4H^6O^4$	354	32.36	
6 H^2O	108	9.87	10.06
	1094	100	

Grailich fand die Krystalle dieses Salzes viergliedrig. Es waren Combinationen eines Quadratoktaeders und eines Prismas gleicher Ordnung, wobei die abwechselnden Combinationsecken durch je zwei Flächen ersetzt waren, welche einem gebrochenen Quadrattetraeder, d. h. dem tetraedrischen Hälftflächner eines Vierkantners angehören.[1]

$$o = a : a : c$$

$$p = a : a : \infty c$$

$$s = \frac{1}{10} a : \frac{3}{10} a : c \text{ (vielleicht } a : \frac{1}{3} a : 3c).$$

	Berechnet	Beobachtet
o { 2 A =		*140° 10′
o { 2 C =	57° 36′	57 20
o : p =	118 48	119 10
s { 2 X =	144 14	144 14
s { 2 Y =	134 14	
s { 2 Z =	152 24	
s : p =	150 20	150 32

$a : c = 1 : 0.3887.$

Essigsaurer Uranyl-Kalk.

Weselsky hat ein derartiges Salz in gelben luftbeständigen Krystallen erhalten. Mir ist dies nicht gelungen, da aus der stark efflorescirenden Lauge sich nur sehr kleine undeutliche Krystalle abschieden.

Nach Weselsky verliert das Salz bei 200° seinen ganzen Wassergehalt = 12.6 Procent, während das meinige bei jener Temperatur nur 8 Procent, bei 275° 10.98 Procent verlor.

a) 3.18 ergaben 0.418 $CaSO^4$ und 1.694 U^3O^8.

b) 3.971 = 2.127 U^3O^8.

	Gefunden			
	Weselsky		Rg.	
	a	b	a	b
Calcium	3.98	3.82	3.90	
Uran	44.77	44.02	45.23	45.49
Wasser	12.61		10.98	

Beide Salze sind doch wohl identisch. Weselsky nahm die Formel

$$(CaC^4H^6O^4 + 2UO^2 . C^4H^6O^4) + 8aq$$

an. Es mag diese neben der Berechnung mit 7 und mit 6 aq stehen.

[1] S. mein Hdb. d. kryst.-phys. Chemie 2, 94.

			7 aq	6 aq
Ca =	40 =	3.70	3.76	3.82
2U	480	44.36	45.11	45.89
4O	64	5.91	6.01	6.12
$3C^4H^6O^4$	354	32.72	33.28	33.85
$8H^2O$	144	13.31	11.84	10.32
	1082	100	100	100

Ich würde mich für 6 aq entscheiden.

Die von GRAILICH gemessenen Krystalle des von WESELSKY untersuchten Salzes gehören dem zweigliedrigen System an[1]. Sie sind Combinationen von

$o = a : b : c$
$o^3 = a : b : 3c$
$v = {}^1/_3 a : {}^1/_5 b : c$
$p = a : b : \infty c$
${}^5/_3 p = {}^5/_3 a : b : \infty c$
$q^2 = b : 2c : \infty a$
$a = a : \infty b : \infty c$
$b = b : \infty a : \infty c$
$c = c : \infty a : \infty b$

		Berechnet	Beobachtet
o	2A =	140° 26′	140° 44′
	2B =	139 36	139 20
	2C =	57 50	
o^3	2A =	106 22	
	2B =	104 36	
	2C =	117 46	
	p : p =		*91 10
	p : a =	135 35	
	p : b =	134 25	134 30
v	2A =	122 52	
	2B =	77 26	
	2C =	132 22	
	${}^5/_3 p : {}^5/_3 p$ =	62 58	
	${}^5/_3 p : b$ =	148 31	
	$q^2 : q^2$ =	104 36	
	o : a =	110 12	
	o : b =	109 47	
	o : c =		*151 5
	o : p =	118 55	
	$o^3 : p$ =	148 53	148 57

[1] A. a. O. 95.

	Berechnet	Beobachtet
$o^3 : o =$	150° 2′	149° 58′
$v : a =$	141 17	
$v : b =$	118 34	
$v : c =$	113 49	114 30 ungef.

$$a : b : c = 0.9798 : 1 : 0.3865.$$

Die Ebene der optischen Axen ist bc, die Mittellinie b. Die Brechung ist positiv, die Dispersion $\rho < v$. Lang.

Die gleiche Zusammensetzung des Strontian- und Kalksalzes lässt auf Isomorphie schliessen, und da das erstere wegen des Auftretens der Flächen v, obwohl sein optisches Verhalten von Grailich nicht geprüft zu sein scheint, viergliedrig sein muss, so liegt hier ein Fall von Isomorphie in zwei Systemen vor.

Strontiansalz $a : a : c = 1 : 1 : 0.3887$.

Kalksalz $a : b : c = 0.98 : 1 : 0.386$; Winkel der Oktaeder o:

	Strontiansalz	Kalksalz
2A =	140° 10′	140° 26′
2B =	140 10	139 36
2C =	57 36	57 50

Essigsaure Uranyl-Beryllerde.

Aus der gemeinsamen Lösung der beiden Acetate schieden sich bei starker Concentration gelbe undeutliche, luftbeständige und leichtlösliche Krystalle ab. 2.937 wurden in Lösung mit Kalilauge erhitzt. Aus der mit Chlorwasserstoff sauer gemachten Flüssigkeit fällte Ammoniak 0.164 BeO. Das uransaure Kali, mit Chlorammon in Wasserstoff geglüht, gab 1.49 U^3O^8.

$$(BeC^4H^6O^4 + UO^2C^4H^6O^4) + 2aq.$$

		Berechnet	Gefunden
Be	9.3 =	1.68	2.06
U	240	43.38	43.07
2O	32	5.78	
$2C^4H^6O^4$	236	42.65	
$2H^2O$	36	6.51	
	553.3	100	

Essigsaure Uranyl-Magnesia.

Wertheim hatte ein zweigliedrig krystallisirtes, seiner Form nach jedoch nicht näher bestimmtes Salz erhalten, in welchem er 1 At. Mg gegen 2 At. U und 8 Mol. aq annahm.

Weselsky beschreibt auch nur ein Salz, welches jedoch 12 Mol. Wasser enthält und dessen Krystalle an der Luft verwittern.

Auch ich hatte schon vor langer Zeit ein solches, jedoch von anderer Form, erhalten, die ich beschrieb[1] und in welchem ich 6 Mol. Wasser annahm.

Ein längeres eingehendes Studium dieser Salze hat nun gezeigt, dass es zwei im Wassergehalt und in der Form verschiedene Verbindungen giebt, die sich aus Lösungen bald gleichzeitig, bald einzeln abscheiden.

Salz I.

Es bildet sich sowohl bei T. nahe 0°, als auch beim Verdunsten einer Lösung bei mittlerer T., oft in sehr ansehnlichen Krystallen, welche indessen an der Oberfläche schnell verwittern.

Die Trennung des Mg vom U gelingt durch kohlensauren Baryt nicht immer; weit besser ist die Fällung des U aus der noch schwachsauren Lösung durch frischbereitetes farbloses HAmS.

1. 3.58 verloren bei 250° 0.691. Der rothgelbe Glührückstand war = 1.956. Auf die zuletzt erwähnte Art behandelt, gab er 0.359 $Mg^2P^2O^7$ und 1.715 (in Wasserstoff geglühtes) UO^2.

2. 4.297 verloren 0.76 Wasser.

3. 4.794 verloren 0.802 und hinterliessen 2.645 Glührückstand.

4. 5.91 verloren 1.045 Wasser.

	Gefunden 1	2	3	4	Weselsky
Magnesium . .	2.17				2.23
Uran	42.27				42.27
Wasser	19.30	17.69	16.73	17.68	19.18
Glührückstand	54.64		55.18	56.00	

Es ist mithin

$$(MgC^4H^6O^4 + 2\,UO^2(C^4H^6O^4) + 12\,aq$$

Mg =	24 =	2.11
2 U	480	42.18
4 O	64	5.62
3 $C^4H^6O^4$	354	31.11
12 H^2O	216	18.98
	1138	100

Wenn der Glührückstand MgU^2O^7 wäre, sollte er 54.13 Procent betragen.

[1] Suppl. zur krystallogr. Chem. S. 142 (Leipzig 1857).

Die Form dieses Salzes habe ich schon früher beschrieben:[1] sodann hat GRAILICH das Präparat von WESELSKY gemessen. Im Folgenden habe ich sämmtliche beobachtete Flächen ($o^{4}/_{5}$ und $r^{4}/_{5}$ nur von GRAILICH) zusammengestellt.

Es ist zweigliedrig, und zwar finden sich (Fig. 3)

$$o = a : b : c$$
$$o^{4}/_{5} = a : b : {}^{4}/_{5}c$$
$$n = a : {}^{3}/_{2}b : c$$
$$m = a : 6b : c$$
$$p = a : b : \infty c$$
$$r = a : c : \infty b$$
$$r^{4}/_{5} = a : {}^{4}/_{5}c : \infty b$$
$$a = a : \infty b : \infty c$$
$$b = b : \infty a : \infty c$$

		Berechnet	Beobachtet Rg.	Beobachtet Grailich
o	2A =	134° 24′		
	2B =	117 30		
	2C =	80 40		
$o^{4}/_{5}$	2A =	140 42	141° 30′	
	2B =	126 28		127° 30′
	2C =	68 24		
n	2A =	148 42		
	2B =	114 24		
	2C =	74 30		
m	2A =	172 0	171 30	
	2B =	111 44		
	2C =	68 50		
	p : p =	106 30	106 38	
	p : a =	143 15		
	p : b =		*126 45	126 45
	r : r =	111 32		
	$r^{4}/_{5} : r^{4}/_{5}$ =	122 52		
	o : b =		*112 44	
	o : p =	130 20		
	o : r =	157 12		
	$o^{4}/_{5}$: b =	109 39		108 ungef.
	n : b =	105 39	105 40	
	n : o =	172 51		
	m : b =	94 0	93 55	
	o =	161 12	161 10	

$$a : b : c = 0.7468 : 1 : 0.5082.$$

[1] Hdb. d. kryst.-phys. Chem. 2, 95, wo irrigerweise 6aq. in der Formel steht.

Die Krystalle sind meist nach b tafelartig; grössere sind häufig prismatisch nach der Horizontalzone und erscheinen gleichsam als dreiseitige Prismen, indem die beiden p der rechten oder linken Seite (an b) und das b der entgegengesetzten vorherrschen.

Die Krystalle zeigen Fluorescenz und verwittern, wie gesagt, sehr rasch.

Sie sind isomorph dem Mangansalz I.

Salz II.

Dies ist das von Wertheim beschriebene Salz, welches auch ich, bisweilen neben dem vorigen, erhalten habe. Es wurde theils direct, theils durch Kochen von Uranylnitrat mit Magnesia und Auflösen der Fällung in Essigsäure dargestellt.

1. 3.86 gaben bei der Behandlung mit kohlensaurem Baryt 0.392 $Mg^2P^2O^7$ und 1.919 U^3O^8.

2. 2.442 verloren bei 200° 0.304 Wasser und gaben 1.426 braunen Glührückstand.

3. 2.902 lieferten 0.37 Wasser und nach dem Kochen mit Barytwasser 1.935 $BaSO^4 = 0.98\ C^4H^6O^4$.

4. $2.171 = 0.247$ $Mg^2P^2O^7$ und 1.149 U^3O^8.

5. $6.197 = 3.604$ Glührückstand, 3.162 U^3O^8 und 0.666 $Mg^2P^2O^7$.

	1	2	3	4	5	Wertheim Mittel
Magnesium	2.19			2.41	2.32	2.33
Uran	44.60			44.97	43.32	44.87
Wasser		12.45	12.75			13.82
Glührückstand .		58.40			58.16	
Essigsäure			33.79			34.12

Es ist also

$$(MgC^4H^6O^4 + 2UO^2.C^4H^6O^4) + 7\ aq$$

Mg =	24 =	2.29
2U	480	45.80
4O	64	6.11
$3C^4H^6O^4$	354	33.78
$7H^2O$	126	12.02
	1048	100

Wertheim hat 8 H^2O angenommen, wir werden indessen sehen, dass das Salz mit den entsprechenden von Zink, Nickel und Kobalt isomorph ist, welche 7 H^2O enthalten.

Der Glührückstand MgU^2O^7 muss 58.78 Procent betragen (bei 8 H^2O nur 57.8, bei 6 H^2O aber 59.8 Procent).

Die Krystallform ist ebenfalls zweigliedrig. Nach GRAILICH (von welchem irrthümlich 12 H^2O in dem Salze angenommen sind) finden sich

$$o \quad a : b : c$$

$$\frac{r}{2} = 2a : c : \infty b$$

$$b \quad b : \infty a : \infty c$$

$$c \quad c : \infty a : \infty b$$

	Berechnet	Beobachtet	
o { 2 A =		*112° 48′	
o { 2 B =	103° 34′	103	ungef.
o { 2 C =	112 12		
$\frac{r}{2} : \frac{r}{2}$ =	121 58	121 49	
$\frac{r}{2} : c$ =	150 59	150 40	
o : b	123 36		
o : c		123 58	

a : b : c = 0.8946 : 1 : 0.9924. S. Fig. 4.

Die Krystalle sind tafelartig nach c, welche Fläche eine eigenthümliche Streifung parallel den Kanten mit o zeigt.

Die von GRAILICH gemessenen Krystalle hatte WESELSKY aus heiss gesättigter Lösung erhalten. Sonderbarerweise hat er aber in seiner Abhandlung dieses Salzes gar nicht erwähnt.

Essigsaures Uranyl-Mangan.

Wenn eine Lösung, welche beide Acetate in dem Verhältniss gleicher Mol. enthält, beim Stehen an der Luft oder in gelinder Wärme verdunstet, so schiesst zuerst ein Salz an, dessen Krystalle an trockener Luft verwittern, und welches 1 At. Mn gegen 2 At. U enthält. Alsdann bilden sich in relativ weit grösserer Menge andere Krytalle, welche nicht verwittern und einem Salze angehören, in welchem Mn : U = 1 : 1 ist.

Salz I.

Wie man aus den Zahlen der Analysen ersieht, hat WESELSKY dasselbe Salz erhalten.

Zur Analyse wurden 2.892 im Luftbade erhitzt: sie verloren bei 230° 0.527 = 18.22 Procent, bei 250° 0.545 = 18.84, entwickelten aber bei dieser T. schon den Geruch der Säure in merklichem Grade. Nach dem Glühen bei Luftzutritt blieben 1.613 = 55.8 Procent

schwarzen Rückstandes. Zur Trennung beider Metalle wurde derselbe in Königswasser gelöst, die Lösung mit kohlensaurem Ammon übersättigt, und mit Ammonhydrosulfür gefällt. Aus dem Niederschlage resultirten 0.2 Mn^3O^4 = 0.1441 Mn, während die Flüssigkeit nach dem Abdampfen, Erhitzen und Wiederauflösen durch Ammoniak gelbes uransaures Ammon gab, das nach dem Glühen 1.407 U^3O^8 lieferte.

Ich stelle meine Zahlen denen Weselsky's gegenüber.

	Rg.	W.
Mangan	4.98	4.56
Uran	41.31	40.65 u. 40.46
Wasser	18.22	18.16.

Hieraus folgt, dass 1 Mol. essigsaures Mangan und 2 Mol. essigsaures Uranyl mit 12 Mol. Wasser verbunden sind.

$$(MnC^4H^6O^4 + 2\,UO^2.C^4H^6O^4) + 12\text{ aq.}$$

Mn	55 =	4.70
2U	480	41.07
4O	64	5.48
$3C^4H^6O^4$	354	30.27
$12H^2O$	216	18.48
	1169	100

Wenn der Glührückstand $Mn^2O^3 + 4UO^3$ ist, muss er 56.03 Procent betragen; gefunden 55.8. Nach Weselsky verliert das Salz über Schwefelsäure 7.43 Procent Wasser, den Rest bei 100°; 5 Mol. würden 7.70 Procent entsprechen.

Wie schon gesagt, verwittern die gelben Krystalle an der Luft.

Nun hat Grailich[1] die Krystalle des ihm von Weselsky übergebenen und mit der obigen Formel bezeichneten Salzes gemessen: diese Krystalle gehören aber dem folgenden Salze II an, dessen Weselsky keine Erwähnung thut, so dass seitens des Letzteren eine Verwechselung stattgefunden haben muss.

Die Krystalle gehören dem zweigliedrigen System an und gleichen denen des Magnesiasalzes (Fig. 3).

Es sind Combinationen von

o = a : b : c
n = a : $\frac{2}{3}$b : c
p = a : b : ∞c
p' = a : 2b : ∞c
r = a : c : ∞b
a = a : ∞b : ∞c
b = b : ∞a : ∞c

[1] A. a. O. S. 175.

	Berechnet	Beobachtet
o {2A	= 135° 0′	
o {2B	= 118 58	
o {2C	= 78 58	
p {2A	= 149 8	149° 30′
p {2B	= 116 2	
p {2C	= 72 44	
p : p	= 106 0	106 6
p : b	=	*127 0
p : a	= 143 0	
r : r	= 113 20	
r : a	= 123 20	
$p^2 : p^2$	= 138 42	
$p^2 : b$	= 110 39	110 ungef.
$p^2 : a$	= 159 21	
$p^2 : p$	= 163 39	163 30
o : a	= 120 31	
o : b	=	*112 30
o : p	= 129 29	
o : r	= 157 30	
n : a	= 121 59	
n : b	= 105 26	105 20
n : o	= 172 56	
n : r	= 164 34	

Hiernach

$$a : b : c = 0.75355 : 1 : 0.4957.$$

Sie sind prismatisch nach der Horizontalzone, gelb und durchsichtig, da sie aber nicht sonderlich glänzend sind und bald verwittern, so sind die Messungen nicht sehr scharf.

Salz II.

Nach der Ausscheidung des Salzes I erhält man kleinere durchsichtige gelbe Krystalle, welche sich an der Luft nicht verändern, und welche doppelt so viel Mangan oder halb so viel Uran, d. h. je 1 At. beider enthalten. Sie bilden sich auch bei grösserem Mangangehalt der Lösung ausschliesslich.

Der Wassergehalt wurde durch Erhitzen bis 250° bestimmt. Der Glührückstand wurde in Nr. 3 wie oben behandelt, während die Trennung beider Metalle in Nr. 1 und 2 durch kohlensauren Baryt geschah.

	1.	2.	3.
Mangan	7.90	8.68	8.73
Uran	36.14	33.66	36.41
Wasser		14.75	15.75.

Demnach ist es

$$(MnC^4H^6O^4 + UO^2 . C^4H^6O^4) + 6 \text{ aq}.$$

Mn =	55 =	8.20
U	240	35.77
2 O	32	4.77
2 $C^4H^6O^4$	236	35.16
6 H^2O	108	16.10
	671	100

Der Glührückstand war = 45.11 und 45.08 Procent. Besteht er aus $Mn^2U^2O^9$, so muss er 47.1 Procent betragen, hier wie beim Salze I.

Auch diese Krystalle gehören dem zweigliedrigen System an.[1] Ich beobachtete (Fig. 5)

o = a : b : c
p = a : b : ∞c
$^4/_3$p = 4a : 3b : ∞c
q^2 = b : 2c : ∞a
r = a : c : ∞b
b = b : ∞a : ∞c.

	Berechnet	Beobachtet Rg.	Beobachtet Grailich
o 2A =	143° 0′		
o 2B =	119 50		
o 2C =	72 46		
p : p =	115 20	115° 40′	115° 35′
p : b =		*122 20	122 20
$^4/_3$p : $^4/_3$p =	99 40		
$^4/_3$p : b =	130 10	130 30	
$^4/_3$p : p =	172 10		
$q^2 : q^2$ =		*103 30	104
q^2 : b =	128 15	128 10	128
r : r =	116 10	115 52	116 30
o : b =	108 30		
o : p =	126 23	126 20	
o : r =	161 30	161 45	

a : b : c = 0.6330 : 1 : 0.39417.

Sie sind prismatisch nach der Horizontalzone. In der Endigung herrscht das dritte Paar r: die Oktaederflächen fehlen öfter, wogegen

[1] Frühere Messungen von mir s. in meinem Hdb. d. kryst.-phys. Chemie 2, 96.

dann die q^2 ausgedehnter sind. Die Flächen des Prismas $^4/_3p$ sind sehr schmal.

GRAILICH hat das optische Verhalten der Lösungen untersucht.

Essigsaures Uranyl-Zink.

Es wurde dargestellt theils aus beiden Acetaten, theils durch Kochen der Lösung von Uranylnitrat mit kohlensaurem Zink und Lösen des Abgeschiedenen in Essigsäure. Die gelben durchsichtigen Krystalle besassen in allen Fällen die nämliche Form.

Zur Trennung von Uranyl und Zink ist kohlensaurer Baryt nicht anwendbar, weil auch ein Theil des Zinks gefällt wird. Sie lässt sich nur durch Fällen des letzteren aus der Lösung der Metalle in kohlensaurem Ammoniak durch Ammonhydrosulfür bewirken.

1. 5.286 verloren bei 260° 0.612 Wasser und gaben 2.835 U^3O^8.
2. 3.308 = 0.248 ZnO.
3. 2.915 = 0.23 ZnO und 1.506 U^3O^8.
4. 2.658 = 0.204 ZnO.

Dasselbe Salz hat schon WESELSKY untersucht

	1	2	3	4	WESELSKY
Zink		6.02	6.33	6.16	5.01
Uran	45.54		43.87		43.53 — 44.33
Wasser	11.58				11.44.

Die Formel

$$(ZnC^4H^6O^4 + 2UO^2.C^4H^6O^4) + 7aq$$

erfordert

Zn =	65 =	5.97
2U =	480 =	44.08
4O =	64 =	5.87
$3C^4H^6O^4$ =	354 =	32.51
$7H^2O$	126	11.57
	1089	100

Das von WESELSKY dargestellte Salz ist von GRAILICH gemessen worden; meine Beobachtungen stimmen damit überein.

Es sind zweigliedrige Combinationen eines Rhombenoktaeders, dessen stumpfe Endkanten durch das dritte Paar abgestumpft sind, denen sich die beiden Hexaidflächen b und c hinzugesellen

o	a : b : c
r	a : c : ∞b
b	b : ∞a : ∞c
c	c : ∞a : ∞b.

	Berechnet	Beobachtet Grailich	Rg.
σ 2A	—	114° 30′	
σ 2B	= 103° 36′		103° 20′
σ 2C		110 30	109 45
r : r	85 20		
r : c	132 40		
o : b	= 122 45	122 4	122 30
o : c	= 124 45		
o : r	= 131 11		

a : b : c = 0.8749 : 1 : 0.94925.

Grailich hegte die Vermuthung, das System könne das zwei- und eingliedrige sein, und berechnete es in diesem Sinne. Die von ihm gefundene Neigung seiner Axen a und c = 91° 10′, welche bei der oben angenommenen Stellung, die von b und c sein würde, beruht doch wohl auf unvollkommener Beschaffenheit der Flächen, da die isomorphen Salze kein Merkmal zwei- und eingliedriger Symmetrie zeigen und auch ihr optisches Verhalten dem zweigliedrigen System entspricht.

Meine Krystalle waren nach b tafelartige Combinationen von o und b.

Beim Glühen des Salzes wird ein Theil des Zinks reducirt und verflüchtigt.

Auch Wertheim hat das Zinksalz in wohl ausgebildeten Krystallen erhalten, welche er jedoch leider nicht untersucht hat. Seine Analyse führt aber auf ein Hydrat mit nur 3 Mol. Wasser,

$$(ZnC^4H^6O^4 + 2UO^2.\ C^4H^6O^4) + 3\,aq.$$

		Berechnet	Gefunden
Zn =	65 =	6.39	7.13
2U	480	47.21	47.08
4O	64	6.29	
$3C^4H^6O^4$	354	34.80	
$3H^2O$	54	5.31	5.88
	1017	100	

Essigsaures Uranyl-Nickel.

Theils aus den beiden Acetaten, theils durch Kochen der Lösung von Uranylnitrat mit kohlensaurem Nickel und Lösen der Fällung in Essigsäure dargestellt. Durch Verdunsten bilden sich grüne rhombische Tafeln des Salzes.

Die Trennung des Urans vom Nickel bietet einige Schwierigkeiten dar. Wenn man die essigsaure Lösung durch Schwefelwasserstoff

fällt, oder die Lösung in kohlensaurem Ammon mit Ammonhydrosulfür versetzt, so lässt sich das gefällte Schwefelnickel nicht auswaschen. Am besten dient kohlensaurer Baryt.

1. 1.946 verloren bei 240° 0.239 Wasser. Der Rest hinterliess beim Glühen an der Luft 1.168. Es wurden ferner 0.141 NiO und 0.995 U^3O^8 erhalten.

2. 5.003 hinterliessen beim Glühen 2.997 und gaben 0.315 NiO.

3. 1.868 = 0.123 NiO

4. 2.446 = 1.277 U^3O^8

5. 2.136 = 1.12 U^3O^8.

Weselsky hat dasselbe Salz untersucht. Es verlor weder über Schwefelsäure, noch bei 100° Wasser, was erst bei 180° der Fall ist. Er bestimmte nur das Uran und das Wasser.

	1	2	3	4	5	Weselsky (Mittel)
Nickel	5.68	4.94	5.26			
Uran	43.41			44.33	44.51	43.81
Wasser	12.28					11.60
Glührückstand	60.02	59.90.				

Die Formel

$$(Ni\,C^4H^6O^4 + 2\,UO^2 . C^4H^6O^4) + 7\,aq$$

erfordert

Ni =	58 =	5.36
2 U	480	44.36
4 O	64	5.91
3 $C^4H^6O^4$	354	32.72
7 H^2O	126	11.65
	1082	100

Der Glührückstand = NiU^2O^7 muss = 60.08 Procent sein, was mit meinen Versuchen stimmt.

Ein fernerer Beweis für die Zusammensetzung liegt in der Isomorphie des Salzes mit dem Magnesium- und Zinksalz.

Grailich untersuchte die von Weselsky dargestellten Krystalle, und ich füge meine eigenen Messungen hinzu.

Zweigliedrige Combinationen von

$$o = a : b : c$$
$$^3p = 3a : b : \infty c$$
$$r = a : c : \infty b$$
$$a = a : \infty b : \infty c$$
$$b = b : \infty a : \infty c$$
$$a : b : c = 0.867 : 6 : 0.950.$$

	Berechnet	Beobachtet GRAILICH	Beobachtet RG.
o { 2 A =	114° 44′	114° 14′	114° 35′
o { 2 B =	103 4	103 40	103 50
o { 2 C	110 50	110 51	110 30
³p : ³p =	42 4		
³p : b =	158 58		160 ungef.
r : r =	86 46		
o : a =		*128 28	128 40
o : b =	122 38	122 39	122 40
o : r =		*147 22	147 10

Die Flächen r sind sehr schmal, die ³p sind äusserst klein; dasselbe gilt von denen eines Oktaeders $\frac{1}{n}$ a : b : c.

Auf der Tafelfläche b herrscht Perlmutterglanz; der Dichroismus ist schwach.

Nach GRAILICH und LANG ist die optische Axenebene ab, die Mittellinie a.

Essigsaures Uranyl-Kobalt.

Seine Darstellung ist die der übrigen Salze. Aus der gelbbraunen Lösung schiesst es in ebenso gefärbten kleinen Krystallen an.

Es wurde von WESELSKY und auch von mir untersucht, und ist

$$(CoC^4H^6O^4 + 2UO^2.\ C^4H^6O^4) + 7aq.$$

		Berechnet	WESELSKY	RG.
Co =	59 =	5.45	5.04	5.75
2U	480	44.32	43.82—44.82	44.63
4O	64	5.90		
$3C^4H^6O^4$	354	32.70		
$7H^2O$	126	11.63	11.70—12.09	11.62
	1083	100		

Die Krystallform ist die der isomorphen Salze mit 7aq.

a : b : c = 0.8756 : 1 : 0.9484

o = a : b : c

2p = 2a : b : ∞c

r = a : c : ∞b

a = a : ∞b : ∞c

b = b : ∞a : ∞c

	Berechnet	Beobachtet Rg.	Beobachtet Grailich
o 2A =		*114° 30′	114° 20′
o 2B =		*103 40	
o 2C =	110° 26′	110 ungef.	111 ungef.
2p : 2p	59 28		
2p : a	119 44		
2p : b =	150 16	149 42	
r : r =	85 26		
r : a =	137 17		
o : a =	128 10	128 8	128 43
o : b	122 45	122 30	
o : r	147 15		

An manchen Krystallen herrscht o vor, andere sind tafelartig nach b. Von Grailich wurde r, von mir 2p beobachtet.

Das optische Verhalten ist das des Nickelsalzes. Grailich fand 2Ha = 64° 30′, also 2E = 103° 38′. Die Dispersion $\rho < v$.

Wie es scheint, verwandelt es sich beim Glühen in ein Gemenge von Co^3O^4 und U^3O^8, wenigstens stimmt die Menge eines solchen, 60.54 Procent, mit der von mir gefundenen = 60.55 und 60.47 genau überein.

Dass Weselsky's Annahme von 7aq richtig, meine frühere von 6aq aber nicht richtig ist, unterliegt jetzt keinem Zweifel.

Essigsaures Uranyl-Eisen.

Zerlegt man essigsauren Baryt durch Eisenoxydulsulfat, und verdunstet ein Gemisch aus essigsaurem Uranyl und der Eisenlösung in gelinder Wärme, so tritt zwar eine partielle Zersetzung und Abscheidung von Eisenoxyd ein, jedoch erhält man das Doppelsalz in gelben Krystallen, deren Form mit der der vorhergehenden Salze übereinstimmt. Ich habe mich deshalb auf einige Versuche beschränkt.

Ein Salz

$$(FeC^4H^6O^4 + 2UO^2.C^4H^6O^4) + 7aq$$

muss 60.74 Procent Glührückstand von uransaurem Eisenoxyd liefern. Der Versuch gab 60.61 Procent.

Die Form der Krystalle gleicht vollkommen der der analogen Salze. Es sind Combinationen von o und b, letzteres als Tafelfläche vorherrschend, zu denen c untergeordnet hinzutritt.

	Beobachtet
o : b =	122° 30′
o : c	123 ungef.

Die Lösung zersetzt sich beim Stehen oder Erhitzen an der Luft sehr bald und es krystallisirt zuletzt essigsaures Uranyl aus.

Essigsaures Uranyl-Kadmium.

Es wird am besten aus den beiden Acetaten direct erhalten und wurde schon von Weselsky untersucht.

1. 2.688 verloren bei 230° 0.375 und gaben 0.52 CdS = 0.4044 Cd und 1.096 U^3O^8.

2. 3.335 gaben 1.274 U^3O^8.

Dieses Salz hat Form und Zusammensetzung des Mangansalzes II.,

$$(Cd\,C^4H^6O^4 + UO^2.\,C^4H^6O^4) + 6aq.$$

			Rg. 1	Rg. 2	Weselsky		
Cd =	112 =	15.39	15.05			15.93	
U	240	32.97	34.62	32.43	32.42	33.85	34.08
2O	32	4.40					
$2C^4H^6O^4$	236	32.41					
$6H^2O$	108	14.83	13.95		13.56	13.30	
	728	100					

Der Probe 1 war etwas Uranacetat beigemengt.

Die Krystalle, schon von Grailich bestimmt, sind zweigliedrige Combinationen von

o = a : b : c
p = a : b : ∞c
2p = 2a : b : ∞c
q^2 = b : 2c : ∞a
r = a : c : ∞b
a = a : ∞b : ∞c
b = b : ∞a : ∞c

a : b : c = 0.6289 : 1 : 0.3904.

	Berechnet	Beobachtet Grailich	Beobachtet Rg.
o 2A =	143° 18′		
o 2B =	119 56		
o 2C =	72 30		
p : p =		*115° 40′	115° 40′
p : a =	147 50		
p : b =	122 10	122 10	122 0
2p : 2p =	76 58		
2p : b =	141 31	141 30	
$q^2 : q^2$ =	104 2		
q^2 : b =	127 59	128 0	

r : r =	*116° 20′	116° ungef.
r : a = 121° 50′	122	
o : a = 120 2		
o : b = 108 21		
o : p = 126 15	126 10	
o : r = 161 39	161 40	

S. Fig. 6—8.

Die Krystalle sind kurzprismatisch nach der Horizontalzone; in der Endigung herrschen die r, während die o sehr zurücktreten. Öfter verschwinden diese und q^2 der einen Seite fast ganz; die von mir untersuchten waren in der Endigung theils von den r, theils von q^2 vorherrschend begrenzt. Sie sind gelb und zeigen grüne Fluorescenz. Die Ebene der optischen Axen ist bc, die Mittellinie c; der Charakter der Brechung ist negativ, 2Ha = 57° 54′ für Roth, 54° 24′ für Blau. (Grailich und Lang.)

Das Salz ist vollkommen isomorph dem Mangansalz II und enthält also 6aq, nicht 5aq, wie Weselsky angenommen hatte.

Wenn Derselbe sagt, es sei dem Magnesiasalz isomorph, so beruht dies wahrscheinlich auf einer Äusserung Grailich's, denn Weselsky hat nur das Salz I untersucht, in welchem Mg : 2U : 12aq, während die Krystalle, welche Grailich von ihm erhielt und die nur von Wertheim analysirt waren (Salz II), Mg : 2U : 7aq enthalten.

Mit keinem dieser beiden Salze ist wohl das Kadmiumsalz zu vergleichen; der Irrthum[1] rührt daher, dass die Wiener Physiker an dem Magnesiasalz I nicht o, sondern $o^{4}/_{5}$ beobachteten, für welches

$$a : b : c = 0.7468 : 1 : 0.4066$$

ist, während dies Verhältniss beim Kadmiumsalz

$$0.6289 : 1 : 0.3904$$

ist.

Essigsaures Uranyl-Blei.

Sowohl aus der Lösung der beiden Acetate als auch durch Kochen von Uranylnitrat mit kohlensaurem Blei und Lösen des gefällten rothen uransauren Bleis, welches nach Wertheim PbU^2O^7 ist, erhält man das nämliche Salz, welches jedoch je 1 At. beider Metalle enthält. Es bildet sehr feine dünne gelbe Prismen, welche zu strahligen Aggregaten vereinigt sind und sich in Wasser leicht lösen. Schon von 200° an verliert das Salz Essigsäure; bis 230° erhitzt, zeigt es eine dunkle Farbe und lässt beim Auflösen in kaltem Wasser einen rothen Rückstand.

[1] Grailich u. V. v. Lang Untersuchungen. Wien 1858 S. 52.

Die Lösung des Salzes scheidet beim Erhitzen rothes uransaures Blei ab.

a) 3.231 = 1.278 $PbSO^4$ und 1.17 U^3O^8

b) 3.19 = 1.261 $PbSO^4$ und 1.155 U^3O^8

c) 1.885 = 0.714 $PbSO^4$ und 0.664 U^3O^8

d) 2.16 desselben Salzes verloren bei 200° 0.213. Nach dem Glühen 1.412 rother Rückstand

e) 1.66 = 0.671 $PbSO^4$ und 0.586 U^3O^8.

Oder

	a	b	c	d	e
Blei	27.02	27.00	26.94		27.61
Uran	30.74	30.74	29.91		29.97
Verlust bei 200° .				9.86	
Glührückstand . .				65.37.	

Die Formel

$$(PbC^4H^6O^4 + UO^2 . C^4H^6O^4) + 4aq$$

verlangt

Pb	207	26.30
U	240	30.50
2O	32	4.05
$2C^4H^6O^4$	236	30.00
$4H^2O$	72	9.15
	787	100

Wasserbestimmungen bei höherer Temperatur haben über 12 Procent Verlust ergeben, allein es hatte dann stets schon eine sehr merkliche Entwickelung von Essigsäure stattgefunden.

Bestände der Glührückstand aus $PbUO^4$, so müsste er 64.93 Procent betragen.

Das dem Äusseren nach ganz ähnliche Salz, welches Wertheim untersucht hat, soll 6 Mol. Wasser enthalten, die bei 275° entweichen.

	Die Formel verlangt	Gefunden ist
Pb	25.15	25.19
U	29.16	29.11
H^2O	13.12	12.91.

Die von mir erhaltenen Krystalle lassen keine genauere Bestimmung zu; man erkennt nur, dass sie dünne, rechtwinklig vierseitige Tafeln sind, mit zweifacher Zuschärfung der Ränder, und dass dieselbe gegen die Tafelfläche unter etwa 100°, resp. 111° geneigt ist.

Essigsaures Uranyl-Kupfer.

Wertheim gelang es nicht, ein Doppelsalz dieser Art darzustellen und ich kann bestätigen, dass trotz vielfacher Abänderung der Mengen-

verhältnisse, der Concentration und der Temperatur die beiden Acetate stets nebeneinander anschiessen.

Fügt man ihnen aber essigsaures Natron in dem Verhältniss hinzu, dass auf 3 At. Uran 1 At. Kupfer und 1 At. Natrium vorhanden sind, so erhält man aus der grünen Lösung schöne durchsichtige smaragdgrüne Krystalle, interessante Combinationen des sechsgliedrigen Systems, welche eine Verbindung zweier Doppelsalze, des essigsauren Uranyl-Kupfers und des essigsauren Uranyl-Natrons darstellen.

Sie verlieren ihr Krystallwasser bei 200° und fangen bei 250° an, sich zu zersetzen, indem sie sich braun färben und Essigsäure entwickeln.

1. 1.846 verloren 0.189 Wasser und hinterliessen nach dem Glühen an der Luft 1.147. Diese, in Chlorwasserstoff- und etwas Salpetersäure gelöst, gaben 0.09 Cu^2S = 0.07186 Cu, und 1.01 U^3O^8 = 0.85755 U.

2. 2.283 gaben 0.237 Wasser, 0.116 Cu^2S und 1.245 U^3O^8 = 1.057 U. Das Filtrat hinterliess 0.082 NaCl = 0.03224 Na.

Hieraus folgt:

$$\left.\begin{matrix} NaC^2H^2O^2 + UO^2.C^4H^6O^4 \\ CuC^4H^6O^4 + 2\,UO^2.C^4H^6O^4 \end{matrix}\right\} + 9\text{ aq.}$$

Berechnet			Gefunden 1	Gefunden 2
Na	= 23	= 1.44		1.41
Cu	= 63.4	3.97	3.90	4.00
3 U	= 720	45.14	45.37	46.30
6 O	= 96	6.02		
9 $C^2H^3O^2$	= 531	33.28		
9 H^2O	= 162	10.15	10.24	10.39
	1595.4	100		

Wenn das Salz beim Glühen $Na^2Cu^2U^6O^{21}$ giebt, muss dies 61.08 Procent betragen. Der Versuch hat 62.13 gegeben.

Ich habe dieses eigenthümliche Salz bereits im Jahre 1872 beschrieben,[1] übersah damals aber den allerdings geringen Natrongehalt, welcher von dem angewandten Uranylacetat herrührte, welches eine gewisse Menge essigsauren Uranyl-Natrons enthielt.

Die Krystalle gehören, wie schon gesagt, dem sechsgliedrigen System an. Es sind Combinationen eines Rhomboeders r (als Hauptrhomboeder betrachtet), dem ersten schärferen $^2r'$, einem Dihexaeder zweiter Ordnung d aus der Diagonalzone von $^2r'$, dem vierfach schärferen Rhomboeder erster Ordnung ^4r, den beiden Prismen p und a und der Endfläche c. Fig. 9.

[1] Poggend. Ann. 145, 158.

$r = a : a : \infty a : c$

$^4r = a : a : \infty a : 4c$

$^2r' = a' : a' : \infty a : 2c$

$d = a : \frac{1}{2}a : a : \frac{4}{3}c$

$p = a : a : \infty a : \infty c$

$a = a : 1\frac{1}{2}a : a : \infty c$

$c = c : \infty a : \infty a : \infty a$

		Berechnet	Beobachtet	
2A	p =	109° 36′	109° 38′	
	$^2r'$ =	81 52		
	^4r =	67 0		
d	2A =	126 32	125 55	
	2C =	128 14	127 50	
r : c =			*138 16	
r : p =		131 44		
$^2r'$: c =		119 16	119 18	
$^2r'$: p′ =		150 44		
r : $^2r'$ =		102 28	102 22	Endk.
		130 56	130 30	Seitk.
^4r : c =		105 40	106	ungef.
^4r : r =		147 24	147 20	
d : c =		115 53	115 40	
d : a =		154 7	154 0	
d : $^2r'$ =		153 16	153 5	

$a : c = 1 : 0.7725.$

Die Krystalle sind oft tafelartig nach c. Unter den Rhomboedern herrscht $^2r'$ vor, während ^4r nur ganz schmale Abstumpfungen der horizontalen Combinationskanten von r und $^2r'$ bildet.

Beziehungen zwischen Form und Zusammensetzung.

Die beschriebenen Doppelsalze sind wegen dieser Beziehungen von grossem Interesse.

Wir finden zunächst die Gruppe der Alkalidoppelsalze, in welchen (ausgenommen das Thalliumsalz) stets 1 At. Alkalimetall gegen 1 At. Uran enthalten ist. Auch das Silbersalz gehört hierher.

Von diesen Salzen sind das Natron- und das Ammoniaksalz wasserfrei, das Kali- und das Silbersalz enthalten 1 Mol. Wasser. Das Natronsalz ist regulär, die übrigen sind viergliedrig.

Isomorph sind das Kali- und Silbersalz, denn ihre Hauptaxen verhalten sich = 5 : 6, und ein Oktaeder $a : a : \frac{5}{6}c$ beim Silbersalz würde mit a : a : c des Kalisalzes vollkommen übereinstimmen, insofern

$o\,^5/_6$ Silbersalz	o Kalisalz
2A = 103° 30′	103° 26′
2C = 122 14	122 21

Dagegen dürfte das wasserfreie Ammoniaksalz mit jenen beiden wohl nicht isomorph sein, wiewohl die Winkel seines dreifach schärferen Oktaeders und die des Hauptoktaeders des Silbersalzes Annäherungen zeigen.

o^3 Ammonsalz	o Silbersalz
2A = 101° 34′	100° 2′
2C = 126 50	130 38.

Es wurde auch bereits hervorgehoben, dass das Ammoniaksalz in der That wasserfrei ist.

Die Salze von Baryt, Strontian und Kalk, welche 2 At. Uran und 6 Mol. Wasser enthalten, bilden offenbar eine besondere isomorphe Gruppe. Während die Form des Barytsalzes sich nicht gut bestimmen lässt, stimmen die beiden anderen, wie ich im Vorhergehenden zeigte, derart überein, dass sie, trotz der Verschiedenheit des Krystallsystems, als isomorph anerkannt werden müssen.

Am meisten entwickelt aber ist die Isomorphie bei den Salzen der sogenannten Magnesiumreihe. Meine Untersuchungen haben die Thatsache festgestellt, dass das Magnesium sowohl wie das Mangan zwei verschiedene Salze geben, und dass hier überhaupt folgende Gruppen zu unterscheiden sind:

A. Salze mit je 1 At. R und U und 6 Mol. Wasser. Sie sind zweigliedrig.

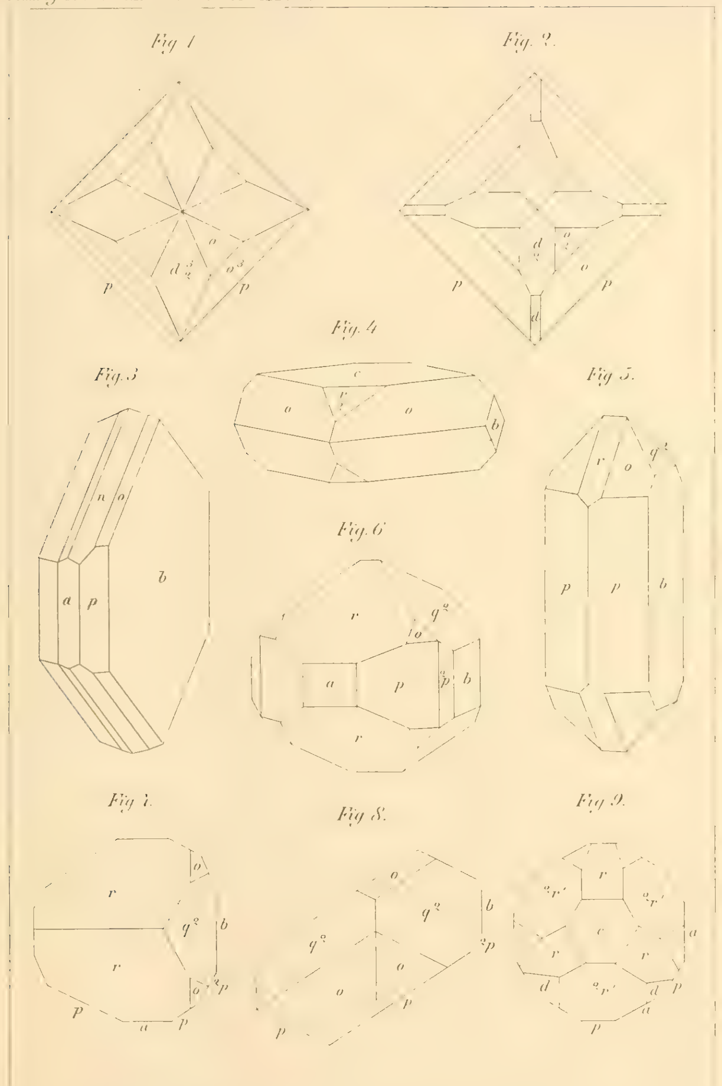
	a : b : c
a) das Mangansalz II	0.633 : 1 : 0.394
b) das Kadmiumsalz	0.629 : 1 : 0.390

B. Salze mit 1 At. R und 2 At. U und 7 Mol. Wasser. Gleichfalls zweigliedrig.

a) das Magnesiasalz II	0.894 : 1 : 0.992
b) das Zinksalz	0.875 : 1 : 0.949
c) das Nickelsalz. . . .	0.867 : 1 : 0.950
d) das Kobaltsalz . . .	0.875 : 1 : 0.948
e) das Eisensalz	Sehr nahe ebenso.

C. Salze gleicher Art, jedoch mit 12 Mol. Wasser. Ebenfalls zweigliedrig.

a) das Magnesiasalz I	0.747 : 1 : 0.508
b) das Mangansalz I	0.753 : 1 : 0.496.



Rammelsberg: Ueber die essigsauren Doppelsalze des Urans.



Zur Analyse von Uranverbindungen.

Die vorliegende Arbeit gab Anlass, Erfahrungen über die Trennung des Urans von anderen Elementen zu sammeln.

Von Kalium, Natrium oder Lithium trennt man das Uran am besten, indem man das Salz glüht und das uransaure Alkali nach H. Rose mit Chlorammonium gemischt in Wasserstoff erhitzt. Wasser zieht das Alkalichlorid aus.

Thallium wird durch Jodkalium gefällt.

Baryum, Strontium, Calcium und Blei werden durch Schwefelsäure, eventuell unter Zuzatz von Alkohol, gefällt.

Die Fällung des Urans durch kohlensauren Baryt ist bei Magnesium und Zink nicht anwendbar. Im ersten Fall bleibt häufig etwas Uran, auch bei Wiederholung der Operation, in der Flüssigkeit, und Zink wird durch kohlensauren Baryt theilweise mit niedergeschlagen. Nur bei Nickel und Kobalt habe ich mich dieser Trennungsmethode bedient.

Magnesium trennt man von Uran dadurch, dass man die schwach saure Lösung mit frischbereitetem Ammonhydrosulfür fällt, welches frei von kohlensaurem Ammon sein muss.

Mangan scheidet man, indem man die Lösung mit kohlensaurem Ammon im Ueberschuss versetzt und mit Ammonhydrosulfür fällt. Ebenso verfährt man beim Zink.

Kadmium und Kupfer werden aus saurer Lösung durch Schwefelwasserstoff gefällt. Jenes wird als Schwefelmetall bestimmt.



Bericht über eine Reise in den centralen chileno-argentinischen Andes.

Von Dr. Paul Güssfeldt
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Auwers am 10. Juli [s. oben S. 753].)

1. Einleitung. Reisegebiet.

Der folgende Bericht fasst die Resultate einer Reise zusammen, welche in den Monaten November 1882 bis März 1883 in den centralen chileno-argentinischen Andes von mir ausgeführt wurde. Das Gebiet liegt zwischen dem 32. und 35. Grad südlicher Breite, wird im Osten durch die argentinische Pampa, im Westen durch den stillen Ocean begrenzt; es trägt ein wildes Hochgebirge, das sich in dem Aconcagua (6970^{m}) zum höchsten Gipfel America's erhebt, das nur in den unteren Theilen oder längs weniger, quer hinüber gelegter Maulthierpfade bekannt ist und eine wissenschaftliche Exploration allen Zufälligkeiten einer Pionierreise aussetzt. Es handelte sich für mich darum, eine Reihe fundamentaler Fragen zu beantworten, welche das Hochgebirge im Allgemeinen charakterisiren und deshalb Vergleichspunkte zu anderen Hochgebirgen liefern. Die grossen Züge des Gebirgsbaues, die Physiognomie der Landschaft, die Eisverhältnisse oberhalb der Schneegrenze, der Charakter der Vegetation und die Erscheinungsformen der Verwitterung, das waren die Punkte, die ich stets im Auge behielt, die ich täglich in wechselnden Formen beobachtete, und welche sich schliesslich aus einer Summe von Einzeleindrücken

mit typischer Schärfe heraushoben. Ausgedehnte Messungsreihen, mit geprüften Präcisionsinstrumenten erhalten, gaben den allgemeinen Betrachtungen eine exacte Zahlenunterlage.

Die Anschauungen und Erfahrungen, welche ich in den Alpen Europa's gesammelt hatte, bildeten das natürliche Fundament für meine Thätigkeit in den Andes Südamerica's: für die Auswahl, Behandlung und Verwerthung der Messungsinstrumente blieb maassgebend, was Reisen in Nord- und Aequatorial-Africa mir an die Hand gegeben hatten. Alle Aufzeichnungen wurden unter dem unmittelbaren Eindruck des Geschehenen gemacht und durch eine grosse Zahl photographischer Aufnahmen unterstützt.

2. Bedingungen der Reise.

Wenn auch die Mittheilung persönlicher Erlebnisse diesem Bericht entzogen bleibt, so müssen doch die allgemeinen Bedingungen, unter denen die Reise sich vollzog, hier eine Stelle finden. In erster Linie ist dabei hervorzuheben, dass das Reisen in den centralen chileno-argentinischen Andes nur während weniger Monate des Jahres — von Mitte December bis Mitte März — möglich ist, ja dass für die höchsten Theile des Gebirges diese Zeit noch Einschränkungen erleidet. Es erscheint daher doppelt erwünscht, dass man rechtzeitig ein festes Programm aufstellt und alle Vorbereitungen so trifft, dass kein Tag der guten Jahreszeit verloren geht. Aber bei meiner Landung in Chile war es nicht möglich, ein solches Programm aufzustellen, weil der natürliche Anhalt dafür: die zuverlässige Information fehlte. Es giebt nur eine bekannte Strasse über das Gebirge, die Strasse von Uspallata, welche den Verkehr zwischen Chile und Argentinien vermittelt; alle übrigen Pfade sind fast unbetreten und nur von einzelnen Eingeborenen benutzt, die ganz ausser Stande sind, den Reisenden zu orientiren. Ich konnte daher meinem Reiseplan nichts als die allgemeine Idee zu Grunde legen, die Andeskette möglichst oft hin und her zu überqueren und auf dem Wege passende Standquartiere zu nehmen; die Wahl des Weges musste von der Kenntniss und dem guten Willen der Begleiter abhängig gemacht werden, und erst in den Standquartieren konnte die eigene Initiative zur Geltung kommen.

Die Unbewohntheit der Cordillere und die schlechten Wege — soweit dieselben überhaupt vorhanden sind — machen für den Reisenden eine Karawane von Maulthieren und Pferden nöthig, sowie eine entsprechende Begleitmannschaft. Die Beschaffung solcher Karawanen zu Explorationszwecken ist im mittleren Chile mit grossen Schwierig-

keiten verbunden und eigentlich nur möglich, wenn die Grossgrundbesitzer sich dazu verstehen, dem Reisenden passende Leute und Thiere aus ihren eigenen Ländereien zur Disposition zu stellen. Die Zusammenstellung einer Karawane, ihre Verproviantirung u. s. w. erfordert Zeit, und weil es nicht möglich ist, während der ganzen Campagne dieselbe Karawane beizubehalten, so geht durch den Wechsel inmitten der guten Jahreszeit ein Theil der allein brauchbaren Zeit verloren. Im Laufe dreier Monate musste ich zweimal mit den Thieren, einmal mit den Leuten wechseln.

3. Liste der Instrumente und Beobachtungsverhältnisse.

Über die instrumentale Ausrüstung und die bei den Beobachtungen maassgebenden Verhältnisse ist Folgendes hervorzuheben.

Aus Europa hatte ich mitgebracht:

a) ein Universal-Instrument mit fünfzölligen Kreisen und mikroskopischer Ablesung,
b) einen sechszölligen Sextanten,
c) ein Magnetometer,
d) einen Prismencompass,
e) zwei Quecksilber-Barometer Fortin'scher Construction,
f) fünf Kochthermometer von Baudin,
g) drei Aneroide,
h) eine Anzahl Baudin'scher Thermometer,
i) zwei Ankeruhren zur Zeitübertragung und ein Taschen-Chronometer für die astronomischen Beobachtungen,
k) eine photographische Camera,
l) eine zusammenschiebbare Stange aus Messing von 6^{m} Länge (für Basismessungen).

Alle diese Instrumente mussten in dem schwierigen Terrain auf dem Rücken der Maulthiere fortgeschafft werden; sie blieben in stetem Gebrauch und erhielten sich, Dank der zweckentsprechenden Verpackung, in vorzüglichem Zustand. Die zeitübertragenden Uhren kamen nie zum Stillstand und wurden täglich zu derselben Stunde aufgezogen.

Von den Quecksilber-Barometern blieb das eine an dem Ausgangspunkt der Expedition zurück und diente bei der Rückkehr als Control-Instrument für etwa eingetretene Veränderungen an dem Reise-Barometer. Dieses trug ich stets selbst, sowohl im Sattel wie bei Fusswanderungen, und erreichte dadurch, dass es nicht nur unzerbrochen blieb, sondern dass auch die Correction sich nicht änderte. Die Erfahrung ergiebt, dass bei richtiger Lage die Stösse und schütteln-

den Bewegungen des Reitens und Marschirens dem Instrument nicht schädlich, vielleicht sogar nützlich sind, weil möglicherweise ein Austreiben eines eingetretenen Luftbläschen stattfinden kann. Da auch alle trigonometrischen Höhenmessungen sich auf die Angaben des Barometers gründeten (die Höhenlage der Endpunkte der trigonometrischen Basis wurde barometrisch bestimmt), so musste der Erhaltung des leicht zerbrechlichen Instruments jede denkbare Sorgfalt gewidmet werden. Leider wird der Reisende dadurch während eines Marsches der Gefangene seines Barometers; seine Beweglichkeit, das Sammeln von Pflanzen und Schlagen von Gesteinen wird empfindlich beschränkt. Bei der exacten Construction der modernen Kochthermometer und der befriedigenden Übereinstimmung ihrer Messungsresultate mit denen des Quecksilber-Barometers wird sich für erste Explorationen der ausschliessliche Gebrauch dieser nützlichen, leicht und sicher transportirbaren Instrumente empfehlen.

Für die astronomischen Ortsbestimmungen, trigonometrischen Vermessungen und photographischen Aufnahmen muss die Reinheit der Atmosphäre während des Hochsommers als bester Bundesgenosse des Reisenden angeführt werden; nur ist dabei zu betonen, dass im Innern der Cordillere lang anhaltende Unwetter und Schneegestöber vorkommen können, und dass auf eine absolute Zuverlässigkeit des Wetters nicht gerechnet werden darf. Der fast continuirlich wehende, oft zum Sturm gesteigerte Wind giebt der Witterung ihren eigentlichen Stempel und greift am tiefsten in die Existenz und die Thätigkeit des Reisenden ein; er verbietet den Gebrauch eines Zeltes, macht denselben wenigstens so ungewiss, dass ich lieber ganz und gar darauf verzichtete. Nahezu 60 Biwaks, zum Theil in Höhen von 3000—5300^{m}, mussten aus diesem Grunde ohne Zelt durchgemacht werden, oft bei bitterer Kälte: ein Umstand, welcher die physische Elasticität naturgemäss beeinträchtigt. Eine grosse Zahl von Beobachtungen wurde störend von dem Winde beeinflusst; ja diese mussten zuweilen ganz unterbrochen werden, weil Instrument und Stativ in Gefahr standen, umgeweht zu werden. Einstellungen und Ablesungen wurden erschwert durch das Zittern des Instruments, die Schwankungen des Körpers, das Thränen des Auges, das allmähliche Starrwerden der Hände. Das unstäte Hin- und Herspielen des Höhenniveau's wurde bei dem Gebrauch des Universalinstruments oft zu einer Fehlerquelle für die beobachteten Zenitdistanzen. Photographische Aufnahmen konnten häufig nur dadurch erzielt werden, dass das Einlullen des Windes für wenige Secunden abgewartet wurde. Das Herausnehmen der exponirten Platten aus den Cassetten, das Einlegen neuer Platten, das Verpacken der alten erforderten einen

dunklen Raum, welcher in meinem zeltlosen Biwak nur schwer herzustellen war, und dessen minime Dimensionen den vom Tagesritt oder Tagesmarsch ermüdeten Körper oft zu schmerzhaften Contractionen verurtheilten.

Unter solchen Umständen können die Messungsresultate nicht denselben Grad von Genauigkeit beanspruchen, wie die mit denselben Instrumenten von demselben Beobachter auf einer Sternwarte erhaltenen. Da jedes Resultat aus einer Reihe von Einzelbeobachtungen erhalten ist, deren jede berechnet wurde, so lässt sich das Maass der Zuverlässigkeit der Beobachtung stets direct entnehmen. Die Genauigkeit hätte viel weiter getrieben werden können, als sie es wurde. Ich verzichtete aber darauf nach dem Princip, dass ein Reisender nicht genauer beobachten soll, als es der Zweck gebietet. So thöricht ein Rechner erscheint, der mit sechsstelligen Logarithmen rechnet, wo fünf Stellen genügen würden, so wenig kritisch und seinen anderweitigen Obliegenheiten präjudicirend geht der Reisende zu Werke, wenn er nach Zehnteln von Secunden strebt, wo Zehntel von Minuten ausreichen.

4. Gesundheitszustand.

Abgesehen von dem Umstande, dass ich auf kurze Zeit von einer Zahnfistel heimgesucht wurde, blieb ich während der ganzen Dauer der Reise gesund und habe meine Arbeiten an keinem Tage zu unterbrechen brauchen. Immerhin waren die Anforderungen, welche die Reise gleichzeitig in physischer und geistiger Beziehung stellte, verbunden mit Aufregungen und Fährlichkeiten aller Art, so gross und wurden durch eine angeschlossene Reise nach Bolivien so wenig abgeschwächt, dass mit der Rückkehr nach Europa die unverkennbaren Folgen der Überanspannung zu Tage traten.

5. Die centralen chileno-argentinischen Andes; Bau, Physiognomie, Vegetations- und Eis-Verhältnisse; nieve penitente.

Bleibt man sich der Rolle bewusst, welche die klimatischen und meteorologischen Factoren in der Gestaltung der Landschaftsphysiognomie spielen, so muss man für die Andes Südamerica's eine grosse Verschiedenheit der einzelnen Gebirgsabschnitte erwarten, denn bei ihrer meridionalen Erstreckung durchschneidet die fast eintausend Meilen lange Cordillere 62 Breitegrade, von denen etwa 33 dem Tropengebiet angehören, und der Rest in subtropischen, gemässigten und antarktischen Zonen liegt: während im Norden Palmenwälder den

Fuss des Gebirges schmücken, erreichen im Süden Gletscher das Niveau des Meeres. So theilt der meridionale Verlauf der Andes dieses Gebirge in eine Folge natürlicher Breiten-Zonen, in deren jeder die Wirkungen der Sonne, der Tageslänge, der Niederschläge, der Luftbewegung, der mittleren Jahrestemperatur und der täglichen Temperatur-Curve ihren physiognomischen Ausdruck finden.

Eine solche natürliche Zone ist die der centralen chileno-argentinischen Andes; sie wird annähernd durch den 32. und 35. Grad südlicher Breite bestimmt; nördlich von derselben liegt ein durch Trockenheit, südlich ein durch reiche Niederschläge ausgezeichnetes Gebirgsland.

Das Gebiet der centralen chileno-argentinischen Andes würde in einer schematischen Zeichnung durch zwei Parallelketten charakterisirt werden, denen auf der Seite des Stillen Oceans eine Küsten-Cordillere vorgelagert ist. Die westliche Kette trägt die Wasserscheide des pacifischen und atlantischen Meeres, und die östliche Kette wird an mehreren Stellen von den Wasserläufen durchbrochen, welche in der Mulde zwischen beiden Ketten entspringen. Der Bau dieser Mulde ist möglicher Weise einfach, und wenn er erst völlig entziffert sein wird, mit wenigen Strichen zu zeichnen. Dem Auge des Reisenden, den kein Kartenbild unterstützt, erscheinen bei dem ersten Besuch die Verhältnisse sehr complicirt. Ein klar ausgesprochenes Hochthal zwischen beiden Ketten existirt nicht; nur auf gewissen Strecken kann eine Längsthalbildung zwischen beiden Ketten verfolgt werden, im Übrigen setzen die aufgeworfenen Querriegel immer wieder Joche an die Stelle der Thalsohle. Die genauere Durchforschung dieser Mulde würde die natürliche Fortsetzung der von mir eingeleiteten Forschung sein; aber die Schwierigkeiten dieses wesentlich orographischen Problems sind grosse: das zu untersuchende Terrain hat eine Längserstreckung von vierzig deutschen Meilen, es ist völlig unbewohnt, seine mittlere Erhebung übersteigt wahrscheinlich den Werth von 3000^{m}; es wird nur an wenigen Stellen in transversaler Richtung von Maulthierpfaden durchschnitten, bietet in longitudinaler Richtung Wegeschwierigkeiten, denen kaum ein Alpenwanderer gewachsen ist, und die von der unentbehrlichen Maulthier-Karawane überwunden werden sollen; die Existenz vereinzelt auftretender Futterplätze ist unbekannt, und höchstens drei Monate des Jahres können für die Exploration benutzt werden. Für eine energische Durchführung der Aufgabe genügen die einheimischen Begleiter allein nicht, obwohl sie sehr brauchbar sind; ohne europäische Alpenführer bleibt der Reisende ein gefesselter Mann und wird ihm das Betreten aussichtsreicher Gipfelpunkte, auf welche die Aufgabe hinweist, nur ausnahmsweise möglich. Ob aber die aus Europa übergeführten Leute sich bewähren

werden, ist im Voraus mit Sicherheit nicht zu ermessen, selbst wenn sie in der Heimath die schwersten Proben bestanden haben.

Auch die Aussenflanken der beiden Hauptketten, also die Rahmen der soeben erwähnten Mulde, stellen einen complicirteren Bau dar, als die herrschenden Vorstellungen vermuthen lassen. Gegen den Stillen Ocean sendet die westliche Haupt-Cordillere Seitenketten aus, die nur selten recktwinklig zur Hauptaxe stehen und welche durch eine ganze Reihe von Verzweigungen niederer Ordnung ein vielgliedriges Alpenland erzeugen. Zwar ist die Anzahl der Flüsse, welche die Cordillere verlassen und dann in künstlichen Rinnsalen das Vorland befruchten, eine beschränkte, aber ihre Entstehung aus Gletscher- und Gebirgsbächen eine sehr mannigfaltige. Das Stromgebiet eines jeden dieser Flüsse ist eine Alpenlandschaft, zu deren gründlicher Untersuchung die Zeit eines Hochsommers kaum ausreicht. Nicht eine ansteigende Fläche, sondern ein Wirrsal hinter einander aufgebauter Kämme vermittelt den Übergang von dem Fuss dieser Andes zu ihrer Kammlinie, und nur ausnahmsweise enthüllt sich dem Blick aus der Tiefe das Profil der grossen Meeresscheide; im Allgemeinen wird die scheinbare Kammlinie, wie sie das Auge gegen den Himmel projicirt, von Seitenketten gebildet.

Ein charakteristischer Zug in der Bildung der Thäler wird durch die Sprache selbst angedeutet; nicht *valle* — Thal —, sondern *cajon* — Kasten — werden viele der Hauptthäler genannt; das will aussagen, dass dieselben in ihrem unteren Gebirgslaufe verhältnissmässig geringes Gefäll haben und zu einem Kessel mit steilen Wänden führen, welche in einer Vegetationszone aufsetzen und im ewigen Eise enden. Auch in dem Aufbau der Thalgehänge ist man berechtigt von einem Grundtypus zu sprechen; die aufbauenden Elemente sind hier die Geröllhalde und das mauerartig durchbrechende Gestein; das anstehende Gestein lässt in den meisten Fällen deutliche Schichtungen oder bankartige Plattenbildungen erkennen, während die Halden durch vortretende, nahezu horizontale Leisten gegliedert sind. Diese Bildungen werden in Relief gesetzt durch die Verschiedenheit der oft lebhaften Färbungen. Die Farben von Schutt und Gestein spielen eine grosse Rolle in dem Gesammteindruck der Landschaft, und zwar nicht nur durch ihre Mannigfaltigkeit und reichen Wechsel, sondern auch wegen der untergeordneten Rolle, welche der Vegetation zukommt. So kräftig die letztere ist, so üppig der Pflanzenwuchs an einzelnen Stellen gedeiht, so grosse Freude der bunte Blüthenschmuck dem Wanderer bereitet: die Landschaft erscheint doch kahl, und nur der Unterlauf der Thäler, wo künstliche Bewässerung das ihrige thut, zeigt weite grüne Weideflächen und üppige Weizenfelder: aber jenseits

der Mauer, welche diesen Culturen als Einfriedigung dient. hört das gleichmässig bedeckende Pflanzenkleid auf. und entspriessen dem harten Thonboden nur einzelne Baumgruppen, Dorngesträuch, Bromeliaceen und Quisco-Cactus.

Die sporadische Vertheilung der Vegetation erschwert die Feststellung der oberen Vegetationsgrenze. Wo eine gleichmässig ansteigende Halde in Höhenregionen hineinragt, welche kein Pflanzenleben mehr zulassen, sind die Übergänge zu dem völligen Verschwinden der Gewächse so allmähliche, dass sich allenfalls eine Grenz-Zone, nicht aber eine Grenz-Linie bestimmen lässt. Wie bei der Schneegrenze, so wirken auch bei der Vegetationsgrenze nicht ein, sondern viele Factoren mit, die in verschiedenen Localitäten mit verschiedener Intensität wirken und den Mittelwerth bald im negativen, bald im positiven Sinn beeinflussen. Denn zu den rein klimatischen Factoren treten noch diejenigen der Bodengestaltung d. h. der grösseren oder geringeren Abschüssigkeit, ferner der Bodenzusammensetzung, der azimutalen Orientirung, und endlich des Windes, als eines mechanischen Factors.

So nothwendig auch für eine grosse zusammenfassende Betrachtung die Begriffe von Vegetations- und Schneegrenze sind, so muss doch der Reisende seiner eigentlichen Lebensquelle, der Anschauung, Rechnung tragen; er muss daran erinnern, dass vor dem leiblichen Auge die typischen Begriffe sich auflösen zu jener Mannigfaltigkeit, welche jedem Theil der Erdoberfläche das ihm eigenthümliche, locale Gepräge giebt (siehe Anlage II.).

Was nun die höchsten Regionen der centralen chileno-argentinischen Andes betrifft, so interessiren dabei in erster Linie die absoluten Höhenangaben und die Verhältnisse der Eisbedeckung.

An den vier Punkten, wo ich die Wasserscheide überschritt, hat die Messung folgende Höhen ergeben: Atravieso de la Leña 4107^{m}, Paso del Maipo 3473^{m}, Cumbre Iglesia 3750^{m} (Uspallataweg), Boquete del Valle hermoso 3565^{m}; zwischen diesen Höhen steigt die Kammlinie zu 6000^{m} und darüber auf. Die Pässe auf der zweiten Kette erreichen ähnliche Werthe (4200^{m}, 3741^{m}, 2894^{m}). Die höchsten Erhebungen finden sich nahe oder in dem Gebiete des Valle hermoso; sie treten meines Dafürhaltens aus Ketten hervor, die weder der Ost- noch der West-Cordillere angehören, sondern als laterale Abzweigungen der westlichen Hauptkette angesehen werden müssen; sie gehören der bereits erwähnten grossen Andes-Mulde an, von welcher ein Theil durch das Valle hermoso entwässert wird. Das Gebirgsland, welches die linke nördliche Seite des Valle hermoso bildet, enthält die Ramada-Kette, deren Gipfel höher als 6000^{m} sind; der höchste ist 6413^{m} hoch.

Der Vulcan Aconcagua erhebt sich in der Nähe des Ursprungs des Valle hermoso zu einer Höhe von 6970^{m}. Diese Angaben deuten darauf hin, dass die Kammlinien in ihrem Verlauf starke Höhenunterschiede zeigen, dass die Joche bedeutend von den Gipfeln überragt werden. In der That bildet der abrupte Verlauf der architektonischen Linien einen Grundzug des gewaltigen Baues, und das Mauerartige der Flächen drückt dem Ganzen den Stempel der Unnahbarkeit auf. Nur gewisse Vulcane, z. B. der Maipo, in einigen Theilen auch der Aconcagua, treten in Gegensatz zu der allgemeinen Zerrissenheit der Berglandschaft und zeigen geschwungene Linien.

Die Firn- und Eisbedeckung der centralen chileno-argentinischen Andes weicht im Allgemeinen von dem Typus, welchen die Alpen zeigen, stark ab. Dies ist vielleicht weniger auf die Niederschlagsmengen zurückzuführen, als auf die soeben angedeutete Gestaltung der höchsten Theile, welche der Ansammlung grosser, gletschererzeugender Firnmassen wenig günstig ist. Dass auch der Wind eine bedeutende Rolle bei der Wegführung des gefallenen Schnees spielt, kann kaum bezweifelt werden; nur so lässt sich beispielsweise erklären, dass die Nordwestseite des Aconcagua in einer Zone von 6000 bis 6600^{m} fast ganz schneefrei ist, obwohl sie eine riesige Halde darstellt, auf welcher sich der Schnee sehr gut halten könnte.

Wenn Felsmulden des Hochgebirges in einer Höhenzone verlaufen, deren Klima die Existenz von Gletschereis überhaupt möglich macht, d. h. wenn sie passend liegen; wenn sie ferner sanft geneigt und breit sind; wenn die oberen Firn-Reservoire, die als Quellseen dienen, grosse Massen Schnee aufspeichern können; und wenn die Grundbedingung einer zureichenden Niederschlagsmenge erfüllt ist: so werden wir grosse Gletscher haben. Diesen Anforderungen genügen die centralen chileno-argentinischen Andes am wenigsten in Bezug auf passend liegende und passend geneigte Felsmulden. Die Betten, in denen ein grossartiger Gletscher fliessen könnte, erfüllen entweder die klimatischen Bedingungen nicht mehr, d. h. sie liegen zu tief; oder sie liegen hoch genug, und dann sind sie zu stark geneigt. Man sieht die Grenzzone des ewigen Schnees nach unten durchbrochen von steilen, zwischen Felsmassen eingekeilten Eisläufen, die weit oberhalb der Thalsohlen enden; auch da, wo breitere Mulden in ein mit ewigem Schnee bedecktes Gehänge eingelassen sind, verschwindet das niederfliessende Eis, noch ehe die Basis erreicht ist. Die höchsten Gipfel zeigen nur selten eine continuirliche Schneebedeckung; die abrupten Felsformen wiederholen sich zu häufig, als dass nicht aller Orten das nackte Gestein zu Tage träte. Firnbrüche und Eiszerreissungen sind daher eine häufige Erscheinung, und die Umbildung des Schnees in

Eis ist bis in die höchsten Höhen zu verfolgen. So erhöht die Anordnung der Schneebedeckung das Unstäte in der Landschaft, deren öde Wildheit durch nichts gemildert wird, weder durch Wälder noch durch den Anblick von Wohnstätten oder Strassen.

Die Annahme, dass weniger die klimatischen Verhältnisse als die Tektonik eine verkümmerte Gletscherbedeckung für die centralen chileno-argentinischen Andes bedingen, wird durch eine Ausnahme bestätigt. In dem Cajon de los Cipreses fand ich die unverkennbaren Spuren einer früheren gewaltigen Gletscherbedeckung vor, und diesem Winke folgend, entdeckte ich einen noch vorhandenen grossen Gletscher erster Ordnung, den Ada-Gletscher, dessen Bett sowohl der Bildung wie der Höhenlage nach die Bedingungen für einen derartigen Gletscher erfüllt. Die genaueren Angaben finden sich in dem Abschnitt über die trigonometrischen Messungen.

Es muss hier noch einer absonderlichen Erscheinungsform des Hochschnees in den centralen chileno-argentinischen Andes Erwähnung gethan werden. Die Eigenthümlichkeit besteht in einer Umgestaltung der Schnee-Oberfläche zu parallelen Furchen und aufgeworfenen Furchenkämmen, welch' letztere zu den bizarrsten Eisfiguren ausgearbeitet sind; dieselben haben zuweilen eine Höhe, dass ein Reiter dazwischen verschwindet, wie zwischen den hochschaftigen Gräsern einer africanischen Savane. Wie charakteristisch diese Bildungen sind, beweist schon der Umstand, dass man ihnen einen besonderen Namen gegeben hat; sie heissen auf spanisch: *penitentes*, Arme Büsser. Begreiflicherweise begegnet man der beschriebenen Oberflächengestaltung in sehr verschiedener Ausbildung und in allen möglichen Übergangsstadien; auch fehlt es nicht an Schneehängen, welche frei von Furchung sind. In dem Phänomen spiegeln sich die besonderen meteorologischen Verhältnisse jener Andes wieder: kräftige Winde, welche Furchen und Rippen erzeugen, und eine starke Insolation, welche die Rippen zu Figuren modellirt. Dass die Insolation so wirkungsvoll ist, beruht auf drei Momenten: auf der geographischen Breite, welche zur Zeit des Hochsommers einen Zenitabstand der Sonne von nur 10° bedingt; auf der dünnen Luft, welche wenig absorbirt; endlich auf dem Umstand, dass gerade während der Monate des höchsten Sonnenstandes der Himmel nur selten bewölkt ist. In der Sohle breiter Hochthäler fand ich die Erscheinung des nieve penitente am vollendetsten entwickelt, und zwar in der Höhenzone von 3500 bis 4200^{m}; aber auch an den Hängen sah ich mächtige Felder dieser Art und verfiel anfänglich in den Irrthum, dort als Gletscher anzusprechen, was in Wirklichkeit ein Feld von nieve penitente war.

6. Astronomische Ortsbestimmungen.

Es wurden ausgeführt:

Polhöhe-Bestimmungen, Zeit- und Azimut-Bestimmungen. Das Universal-Instrument kam fast ausschliesslich zur Verwendung; vorübergehend wurde der sechszöllige, auf Excentricität geprüfte Sextant gebraucht; in der Regel wurde die Sonne beobachtet, Sterne nur ausnahmsweise. Die Polhöhen wurden ausschliesslich aus Circummeridian-Höhen abgeleitet, in dem Zeitintervall 10^m vor bis 10^m nach der Passage. Die Zeitbestimmungen wurden aus Zenitdistanzen erhalten; nur in den Baños de Cauquenes wurden auch Meridianpassagen beobachtet. Des Azimut A eines terrestrischen Objectes wurde aus der Formel hergeleitet:

$$A = M - S + a$$

wo M und S die azimutalen Ablesungen des Objectes und des Gestirns bedeuten und a das Azimut des letzteren; a ergiebt sich durch Rechnung, da der Stundenwinkel durch die Zeitbestimmungen bekannt ist.

Die Längendifferenzen sind durch Zeitübertragungen ermittelt worden; als Fundamental-Meridian diente der Meridian des Hauses Calle Compañia 167, Santiago, welches 4^s östlich von dem Observatorium der Quinta normal liegt. Die Leistungsfähigkeit der zeitübertragenden Uhren und die Anordnung des Weges, welcher für jede Einzel-Expedition eine Schleife bildet und die Herleitung mittlerer Gänge ermöglicht, erwiesen sich dieser Methode der Längenbestimmung besonders günstig.

Im Allgemeinen ist jedes Beobachtungsresultat aus 6 oder 4 Beobachtungen bei beiden Kreislagen des Instruments abgeleitet. Jede Beobachtung wurde einzeln von mir berechnet.

Im Ganzen sind berechnet worden:

234 Zenit-Distanzen für Zeitbestimmungen,
103 desgl. für Polhöhebestimmungen,
62 Azimuteinstellungen,
6 Meridian-Passagen,
1 Zeitbestimmung aus 3 Paaren correspondirender Höhen.

Die Resultate sind in den folgenden Tafeln enthalten.

A. Beobachtete Uhrcorrectionen.

E_χ = Taschen-Chronometer von Harburg & Weil, London, schlägt 0.40 Secunden,
E = Anker-Uhr » » » » » » 0.22 »
T = Anker-Uhr » Tiede, Berlin, » 0.20 »

Beobachtungsort	1882/83	δE_χ	δE	δT
		m s	m s	m s
Santiago (Compañia 167)........	Nov. 20. 4h N.	— 4 12.7	+ 0 35.3	— 0 32.3
» »	» 23. 3.5 »	— 4 58.4	+ 1 2.4	— 0 42.6
» »	» 24. 3.3 »	— 5 7.9	+ 1 14.5	— 0 44.3
Baños de Cauquenes............	» 26. 3.9 »	— 5 6.5	+ 2 0.3	— 0 28.0
» » »	» 27. 3.6 »	— 5 17.5	+ 2 14.9	— 0 43.9
» » »	Dec. 2. 3.4 »	+ 0 17.4	+ 3 11.5	— 1 6.5
» » »	» 5. 3.4 »	— 0 23.7	+ 3 52.4	— 1 22.9
» » »	» 5. 4.0 »	— 0 20.4	+ 3 56.1	— 1 19.6
» » »	» 6. 9.6 V.	— 0 27.9	+ 4 2.7	— 1 20.0
» » »	» 6. 3.8 N.	+ 0 31.1	+ 4 12.8	— 1 20.1
Agua de la Vida...............	» 12. 8.4 V.	+ 0 24.6	+ 5 44.1	— 1 3.2
» » » »	» 20. 9.1 »	+ 0 25.4	+ 7 16.4	— 1 55.3
Baños de Cauquenes............	» 24. 4.2 N.	+ 1 43.2	+ 7 36.2	— 3 8.8
» » »	» 27. 7.8 V.	+ 1 7.3	+ 8 11.0	— 3 51.5
» » »	» 27. 9.1 »	+ 1 10.3	+ 8 13.9	— 3 50.4
» » »	» 28. Mittag	+ 0 57.5	+ 8 31.5	—
» » »	» 29. »	+ 0 44.9	+ 8 46.0	— 4 6.7
» » »	» 30. »	+ 0 28.0	+ 8 57.4	— 4 14.6
» » »	» 31. »	+ 0 12.9	+ 9 12.6	— 4 17.2
Maitenes	Jan. 2. »	+ 10 11.5	+ 10 22.0	— 3 51.7
Yeso-Biwak....................	» 3. 9h0 N.	+ 10 51.6	+ 11 37.4	— 3 10.8
» »	» 3. 10.9 »	+ 10 55.9	+ 11 44.6	— 3 6.1
Laguna Argentina-Biwak........	» 5. 8.2 »	+ 11 7.7	+ 12 33.5	— 3 6.2
Guanacostein-Biwak............	» 7. 9.0 V.	+ 12 1.5	+ 13 35.1	— 2 39.5
» »	» 7. 10.2 »	+ 12 5.9	+ 13 32.3	— 2 44.5
Basalt-Biwak..................	» 9. 9.8 N.	+ 13 6.0	+ 15 2.1	— 2 26.4
Ranchito-Biwak................	» 11. 9.6 »	+ 16 40.2	+ 16 12.9	— 1 52.9
Yaucha	» 14. 9.8 V.	+ 17 44.7	+ 17 55.3	— 1 4.5
»	» 14. 3.5 N.	+ 17 40.7	+ 17 59.2	— 1 3.3
»	» 15. 3.0 »	+ 17 49.3	+ 18 21.5	— 0 57.1
Maipo-Biwak...................	» 18. 3.5 »	—	+ 16 2.7	— 4 36.9
» »	» 20. 4.7 »	—	+ 16 29.5	— 4 52.8
Baños de Cauquenes............	» 26. 3.8 »	+ 6 0.6	+ 15 6.4	— 9 10.4
» » »	» 27. Mittag	+ 5 58.4	+ 15 26.6	— 9 34.5
» » »	» 30. »	+ 5 28.5	+ 16 20.8	— 10 17.5
» » »	» 31. »	+ 5 12.3	+ 16 29.9	— 10 36.2
Santiago (Compañia 167)........	Febr. 3. 3.7 N.	+ 4 12.0	+ 16 58.2	— 11 27.2
Hacienda Vicuña	» 12. 10.3 V.	+ 7 12.9	+ 19 22.3	— 13 22.0
» »	» 14. 8.8 »	+ 4 39.4	+ 19 49.0	— 13 48.7
Aconcagua-Biwak...............	» 20. 9.4 »	—	+ 23 39.8	— 12 28.0
» »	» 23. 9.2 »	—	+ 23 56.9	— 12 41.4
Caleta-Biwak..................	» 25. 9.4 »	—	+ 23 59.4	— 13 11.9
Valle hermoso-Biwak...........	» 27. 10.0 »	—	+ 24 37.9	— 13 0.5
» » »	März 2. 8.8 »	—	+ 25 1.9	— 13 28.4
Aconcagua-Biwak...............	» 6. 9.3 »	—	+ 25 46.2	— 13 31.9
» »	» 8. 8.5 »	—	+ 26 1.8	— 13 41.2
Hacienda Vicuña	» 12. 8.6 »	—	+ 23 58.7	— 16 42.1
» »	» 15. 8.4 »	+ 7 46.8	+ 24 41.6	— 16 50.6
» »	» 15. 3.3 N.	+ 7 49.8	+ 24 48.2	— 16 48.7
Santiago (Compañia 167)........	» 16. 3.4 »	+ 8 3.9	+ 25 16.3	— 16 43.9
» »	» 21. 3.4 »	+ 7 28.2	+ 26 19.8	— 17 26.3

B. Polhöhen.

Ort	1882/83	Polhöhe.
Baños de Cauquenes..........	Dec. 6	34° 14′ 25″ Süd
" " "	" 7	34 14 55 "
Agua de la Vida..............	14	34 30 42 "
Maitenes......................	Jan. 2	34 19 29 "
Yeso-Biwak..................	" 3	34 25 8 "
Laguna Argentina-Biwak........	" 5	34 30 14 "
Guanacostein-Biwak...........	" 7	34 35 10 "
Basalt-Biwak..................	" 9	34 33 33 "
Ranchito-Biwak...............	" 11	34 41 58 "
Yaucha........................	" 15	34 7 50 "
Maipo-Biwak..................	" 18	34 13 55 "
Hacienda-Vicuña..............	Febr. 16	32 35 44 "
Aconcagua-Biwak.............	" 23	32 31 20 "
Caleta-Biwak.................	" 25	32 20 11 "
Valle hermoso-Biwak..........	" 27	32 16 2 "

Aus Tabelle A folgt direct:

C. Mittlerer täglicher Gang der Uhren *E* und *T*.

Ort der Beobachtung	Epoche	Tage	Gang von *E*	Gang von *T*	
			s	s	
Santiago..........	Nov. 20 bis März 21	121	+ 12.76	− 8.38	
"	" 20 " Febr. 3	75	+ 13.11	− 8.73	
"	Febr. 3 " März 21	46	+ 12.21	− 7.81	
"	März 16 " " 21	5	+ 12.70	− 8.48	Ruhe
"	Nov. 26 " Jan. 31	66	+ 13.18	− 9.22	
Baños de Cauquenes.	" 26 " Dec. 31	35	+ 12.35	− 6.55	
" " "	Dec. 31 " Jan. 31	31	+ 14.11	− 12.23	Andes-Expedition
"	" 31 " " 27	27	+ 13.85	− 11.75	
" " "	Jan 27 " " 31	4	+ 15.83	− 15.42	Ruhe
" " "	Nov. 26 " Dec. 5	9	+ 12.46	− 6.10	
" " "	Dec. 5 " " 24	19	+ 11.58	− 5.75	Andes-Expedition
"	24 " " 31	7	+ 14.06	− 9.97	Ruhe
Agua de la Vida...	" 12 " " 20	8	+ 11.54	− 6.51	Besteigungen
Hacienda Vicuña...	Febr. 14 " März 12	26	+ 9.60	− 6.67	Andes-Expedition
" " ...	" 12 " Febr. 14	2	+ 13.85	− 13.70	Ruhe
" " ...	März 12 " März 15	3	+ 14.30	− 2.83	Ruhe
Aconcagua-Biwak..	Febr. 20 " " 8	16	+ 8.89	− 4.59	Aconcagua-Exploration
" " ..	" 27 " " 2	3	+ 8.13	− 9.40	

Durch Ausgleichung ergeben sich folgende

D. Angenommene mittlere Gänge.

Strecke	Epoche	Tage	Gang von E	Gang von T	
			s	s	
Cauquenes-Vicuña	Jan. 31 bis Febr. 12	12	+ 17.59	— 10.68	
Santiago-Vicuña	Febr. 3 » » 12	9	+ 18.33	— 10.99	
Cauquenes-Yaucha	Dec. 31 » Jan. 14	14	+ 13.00	— 10.62	Andes-Expedition
Yaucha-Cauquenes	Jan. 14 » » 27	13	+ 14.75	— 12.97	» »
Vicuña-Aconcagua Bk. .	Febr. 14 » Febr. 20	6	+ 10.77	— 11.76	» »
Aconcagua Bk.-Vicuña .	März 8 » März 12	4	+ 10.77	— 6.39	»

Mit Hülfe der Tabellen A, C, D sind die folgenden Längendifferenzen berechnet:

E. Längendifferenzen für den Meridian Santiago. Calle Compañia 167.

	m	s	
Cauquenes (Baños)	0	19.8	Ost
Maitenes	1	4.1	»
Yeso-Biwak	2	4.0	»
Laguna Argentina-Biwak ..	2	30.0	»
Guanacostein-Biwak	3	9.9	»
Basalt-Biwak	4	2.0	»
Ranchito-Biwak	4	50.4	»
Maipo-Biwak	3	4.2	»
Yaucha	6	1.9	»
Agua de la Vida	3	51.0	»
Aconcagua-Biwak	2	25.0	»
Valle hermoso-Biwak	2	32.9	»
Caleta-Biwak	2	9.3	»
Hacienda Vicuña	0	16.9	West

Santiago Observatorio $4^h\ 42^m\ 42^s$ W. von Greenwich ($= 70^\circ\ 40'\ 30''$).
Calle Compañia 167 liegt 4^s E. vom Observatorio.
Santiago Calle Compañia $70^\circ\ 39'\ 30''$ W. von Greenwich.

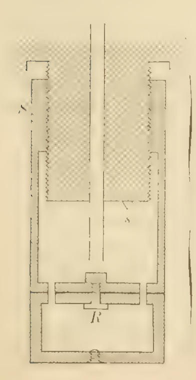
Aus den Tabellen B und E und mit Heranziehung der barometrischen und trigonometrischen Höhenmessungen, welche weiter unten hergeleitet sind, folgt:

F.

Ort	Länge West v. Greenwich	Polhöhe Süd	Abs. Meereshöhe
Santiago (Observatorio)	70° 40ʹ.5	33° 26ʹ.7	535ᵐ
" (Compañia 167)	70 39.5		
Baños de Cauquenes	70 34.5	34 14.7	766
Agua de la Vida	70 26.7	34 30.7	1628
Maitenes	70 23.5	34 19.5	1106
Yeso-Biwak	70 8.5	34 25.1	2220
Laguna Argentina-Biwak	70 2.0	34 30.2	3441
Guanacostein-Biwak	69 52.0	34 35.2	3024
Basalt-Biwak	69 39.0	34 33.6	1968
Ranchito-Biwak	69 26.9	34 42.0	1540
Maipo-Biwak	69 53.4	34 13.9	3306
Yaucha (Pampa)	69 9 0	34 7.8	1443
Aconcagua-Biwak	70 3.2	32 31.3	3582
Valle hermoso-Biwak	70 1.3	32 16.0	2913
Caleta-Biwak	70 7.2	32 20.2	3027
Hacienda Vicuña	70 43.7	32 35.7	906
Maipo, zweiter Zacken = β	69 51.6	34 10.0	5313
Aconcagua, höchste Spitze = N	69 59.5	32 39.0	6970
Ramada-Kette, Punkt r	70 2.7	32 4.1	6228
" " " e	70 0.6	32 6.1	6153
" " " e (Montenegro)	69 57.1	32 5.5	6414
Cerro Overo (Vulcan)	69 58.8	34 34.0	4740

7. Barometrische Höhenmessungen.

Die beiden Quecksilber-Barometer, welche zu den Höhenmessungen in der Cordillere verwandt wurden, waren zu dem Zweck der Reise von Negretti und Zambra in London construirt; es sind Gefäss-Barometer mit den Nummern 1088 und 1310. Instrument 1088 trägt die gewöhnliche Einrichtung Fortin'scher Barometer (Ledersack und Endschraube); Instrument 1310 hat eine davon verschiedene Einrichtung, welche den Gebrauch bei niedrigem Luftdruck erleichtert: das Gefäss V besitzt am unteren Ende eine leere Kammer R, zerfällt also in die Theile V-R und R; sie sind durch eine doppelte Scheidewand von einander getrennt, deren jede zwei kleine Öffnungen besitzt. Bei einer bestimmten Stellung der drehbaren Kammer R fallen dieselben paarweise auf einander und bewirken eine Verbindung zwischen V-R und R. Hängt



man das Instrument alsdann auf, so fliesst das Quecksilber aus dem oberen Theil in die leere Kammer R, und es bedarf zur Einstellung der Spitze s einer um so viel geringeren Anzahl von Schraubendrehungen, als das Verhältniss der Höhe von R zu der Höhe eines Schraubenganges beträgt. Die einstellende Schraube S ist in einen eisernen Kolben eingeschnitten, die Schraubenmutter in die innere Wandung des Gefässes, so dass eine drehende Bewegung des letzteren die Einstellung der Spitze s bewirkt. Ein identisch construirtes Instrument wurde von Hrn. A. Stübel, der es in dieser Form ersann, bei seiner Forschungsreise in den tropischen Andes Südamerica's gebraucht. Da ich abwechselnd beide Barometer gebrauchte, so kann ich mein erfahrungsmässiges Urtheil dahin zusammenfassen, dass das Barometer mit dem Reservegefäss (1310) in grossen Höhen dem andern von gewöhnlicher Construction vorzuziehen ist; namentlich bei Kälte und Wind, wo es auf schnelles Arbeiten ankommt, wird das lange Drehen der Ledersack-Schraube zu einer peinlichen Beschäftigung.

Die beiden Barometer wurden unter einander und mit einem in Santiago befindlichen Normal-Instrument genau verglichen; da die Prüfung am Ende einer jeden Expedition ihre gute Erhaltung ausser Frage stellte, so kann die Fehlerquelle einer falschen Correction oder des Eintritts von Luft in den Tubus als nicht vorhanden angesehen werden. Die Fehlerquellen der barometrisch abgeleiteten Höhen liegen vielmehr in den Schwankungen des Luftdrucks für denselben Ort; die Berechnungen wurden unter der Voraussetzung des mittleren Luftdrucks von 716^{mm} für Santiago (535^{m}) durchgeführt. Sobald die synchronischen Beobachtungen des Observatoriums zu Santiago veröffentlicht sein werden, wird den von mir berechneten Werthen eine kleine Correction zugefügt werden. Es sei bemerkt, dass die mit dem Observatorio de Santiago verbundene meteorologische Station seit einer Reihe von Jahren (1869) ein Anuario de la Oficina Central meteorolójica herausgiebt, in welchem alle Beobachtungen in extenso publicirt sind. Die Veröffentlichung ist aber stark im Rückstand; auch darf derselben vorläufig wohl noch nicht das Gewicht beigelegt werden, wie analogen Veröffentlichungen unserer grossen europäischen Institute, bei welchen die Zuverlässigkeit der Instrumente Hand in Hand mit der Gewissenhaftigkeit der Beobachter geht.

Die Höhe der Baños de Cauquenes ist durch gleichzeitige barometrische Beobachtungen ermittelt worden; der Prof. der Physik Hr. Zegers beobachtete im physikalischen Cabinet der Universität Santiago, während ich in Cauquenes beobachtete.

Durch barometrische Ablesungen sind zunächst alle Biwak- und Lagerplätze bestimmt worden; ferner der eine oder die beiden End-

punkte der trigonometrischen Basen. Wo die Schwierigkeit des Terrains das Zurücklassen des Barometers rathsam erscheinen liess, kamen Baudin'sche Kochthermometer zur Verwendung; dieselben sind in 0°1 C getheilt, und machen das Schätzen von Hundertel-Graden noch recht wohl möglich.

Mittels des Quecksilberbarometers allein, ohne Zuhülfenahme trigonometrischer Messungen wurden folgende Höhenzahlen gefunden:

Ort	Höhenzahl m	
Santiago de Chile	535	
Baños de Cauquenes	766	
Haus Chacayes	956	
Maitenes	1106	(Zusammenfluss Cypressen- u. Cachapualthal.)
Agua de la Vida	1628	
Mündung des Cortaderal in den Cachapual	1499	
Yeso-Biwak	2220	
Plazilla-Biwak (chilenische Seite)	2747	
Wasserscheide Atravrieso de la Leña	4107	
Laguna Argentina-Biwak (argentin. Seite)	3441	
Guanacostein-Biwak	3024	
Wiesen-Biwak	2626	
Basalt-Biwak	1968	
Regen-Biwak	2515	
Ranchito-Biwak	1540	
Yaucha (Pampa)	1443	
Schieferthon-Biwak	3163	
Pass Piedra Cruz (Ostkette)	3781	
Maipo-Biwak	3306	
Maipo-Basis (trigonometrische)	3483	
Chacayes-Biwak (Maipothal)	1756	
San Felipe Stadt	693	
Hacienda Vicuña	906	
Chaleco-Biwak	2254	
Rio Putaendo-Biwak	2424	
Wasserscheide Boquete Valle hermoso	3565	
Aconcagua-Standbiwak	3582	
Caleta-Biwak	3027	
Valle Hermoso-Biwak	2913	
Paguencillo-Biwak	2685	
»Letztes« Biwak	1434	

Mit Aneroiden, welche vorher und nachher in nahezu gleichen Höhen wie die bestimmten mit dem Quecksilber-Barometer verglichen wurden, fand ich:

Ort	Höhenzahl m	
Atravieso Laguna bei Piedra Cruz	3741	
Wasserscheide Maipo	3473	
Laguna del Diamante (Maipo Hochebene)	3361	
Cajon ancho-Pass	3606	Pässe zwischen Hochthälern auf dem Wege von Biwak Laguna Argentina zum Guanacostein-Biwak.
la Iglesia	3638	

Die vorstehend gegebenen Werthe liefern die Fundamental-Punkte für das Profil des zurückgelegten Weges.

8. Trigonometrische Höhen- und Distanzmessungen.

Bei den trigonometrischen Messungen wurde die Basis nach einem Verfahren gemessen, dessen Vorzug in der Unabhängigkeit von der Ungunst des Terrains liegt; es beruht auf dem Princip der Vergrösserung einer bekannten kleinen Basis durch Winkelmessungen und wurde bereits mit Erfolg von Hrn. W. Reiss in den Andes von Columbien und Ecuador angewandt. Der genannte Reisende überliess mir die Messstange, welche auch ihm als »kleine Basis« gedient hatte, für meine Arbeiten: sie besteht aus sechs in einander schiebbaren messinggefertigten Hohl-Cylindern von je 1^{m} Länge, stellt also im ausgezogenen Zustand eine Länge von 6^{m} vor, die vor der Abreise durch Hrn. Prof. Dr. Fischer in dem geodätischen Laboratorium zu Steglitz verificirt wurde. In der Regel wurden die beiden Miren, welche die Enden der Messstange markiren, in einem Abstand von 5.9^{m} aufgesetzt. Diese Miren liessen sich mit dem Fernrohr des Universal-Instruments aus der Entfernung von einem Kilometer noch mit Sicherheit einstellen. Zum Zwecke der Basismessung muss die Stange vertical von einem Gehülfen gehalten werden; diese Bedingung wird zuverlässig dadurch erfüllt, dass gerade die verticale Haltung den geringsten Kraftaufwand erfordert; auch die Schwankungen, welche der Wind erzeugt, sind kaum störend, weil die obere Mire alsdann einen kleinen Bogen hin und her beschreibt, dessen Scheitel man einstellt. Ich

trachtete im Allgemeinen darnach, das Universal-Instrument in der Entfernung von einem Kilometer von der Messstange aufzustellen. Die Formel, welche der Berechnung zu Grunde liegt, ist:

$$b = \frac{V}{\sin(z_u - z_o)} \cdot \sin z_u \sin z_o$$

wo b die horizontale Basis, V die Länge der Messstange, z_u die Zenitdistanz der unteren, z_o die Zenitdistanz der oberen Mire bedeuten; für $z_u = 90$ geht die Formel über in $b = V \operatorname{tg} z_o$.

Für die Messung giebt es zwei Controlen: einmal das Beobachten in beiden Kreislagen, wodurch der Werth $\sin(z_u - z_o)$ zweimal erhalten wird; und dann das Vertauschen von Instrument und Messstange in den beiden Basis-Endpunkten. Zur Beurtheilung der Genauigkeit sei angeführt:

es bewirkt $1''$ Fehler in dem Werthe $z_u - z_o$

bei einer Basis von				500^m Länge		$0^m.2$
»	»	»	»	750^m	»	0.45
»	»	»	»	1000^m	»	0.9.

Bei ruhiger Luft und entsprechend ruhigem Höhenniveau lässt sich durch wiederholtes Einstellen eine Genauigkeit von $2''$ erreichen, was für eine Basis von 1 Kilometer Länge einer Genauigkeit von etwa 2^m entsprechen würde. Bei besonders ungünstigen Verhältnissen wurde die Zahl der Einstellungen stark vergrössert.

Die angegebene Methode der Basismessung liefert gleichzeitig die Niveaudifferenz $a - b$ der Basis-Endpunkte A, B. Da das trigonometrische Verfahren, durch die in A und in B genommenen Zenitdistanzen einer Bergspitze S, die Erhebungen h_a bez. h_b von S über A bez. B liefert, so besteht für alle Höhenmessungen die Controlgleichung: $a - b = h_b - h_a$.

Auf trigonometrischem Wege wurde vermessen:

der Circus des oberen Cypressenthals,
der bis dahin unbekannte Vulcan Overo,
der Krater des Vulcan Maipo,
die Ramadakette,
der Aconcagua.

Unter »Ausgangspunkt« wird im Folgenden der astronomisch bestimmte Punkt verstanden, gegen welchen die beiden Basisendpunkte durch Azimut, horizontale und Vertical-Distanz festgelegt sind. Durch Einführung des Ausgangspunktes lassen sich alle von den Basisendpunkten anvisirten Punkte in geographischen Coordinaten ausdrücken.

a. Vermessung im Cypressenthal.

Die Vermessung des oberen Cajon de los Cipreses giebt für die wichtigen Gletschervorkommnisse daselbst einen Anhalt. Ausgangspunkt ist der als Agua de la Vida bezeichnete Punkt, welcher auf der linken Seite der Thalsohle, am Fusse eines gletschergeschliffenen Felsens, in 1628^m Höhe liegt. Die Basis wurde in beiden Richtungen gemessen, das eine Mal zu 978^{m}14, das andere Mal zu 979^{m}44, also im Mittel zu 978^{m}8 gefunden. Daran wurden drei Fundamentaldreiecke angeknüpft; die Abweichung der Winkelsumme jedes der drei Dreiecke von 180° beträgt bez. 26″, 17″, 13″. Im Ganzen legte ich neunzehn Punkte fest, welche den Lauf des Thales erkennen lassen, die Höhe der bemerkenswerthesten Bergspitzen geben und Aufschluss ertheilen, sowohl über die frühere, wie über die heutige Ausdehnung des Ada-Gletschers: letzterer erfüllt die höchste Stufe des Cypressenthals. Das Thal ist ein linkes Seitenthal des Cachapual, hat einen etwa zehnstündigen Verlauf und eine Durchschnittsrichtung von Süd nach Nord; innerhalb der Firnregion, etwa drei Stunden unterhalb seines Ursprungs, ändert es seine Richtung für eine Strecke von 6 Kilometern fast um 90°, zeigt also eine ähnliche Krümmung wie der Rhein im Rheingau; 3 Kilometer unterhalb der Stelle, wo das Thal aus der Ost-West-Richtung wieder in die Süd-Nord-Richtung übergeht, liegt Agua de la Vida.

Der Ursprung des Thales und des Ada-Gletschers ist circa 3900^m hoch gelegen; letzterer zieht sich zwischen steilen Felsen von 4200^m Höhe etwa 15 Kilometer weit geradlinig und spaltenlos nach Norden und biegt hier in 3240^m Höhe nach Westen um. Die Biegungsstelle ist der Mittelpunkt eines grossartigen Firncircus, dessen höchster Berg, der Gran Onorado 4516^m hoch ist; gerade von Norden her fliesst ein steiler Gletscher aus 4000^m Höhe zu dem Circus nieder, nebst andern Gletschern aus Osten und Südosten; die Landschaft hat ganz den Charakter einer grossartigen Firnlandschaft in den Alpen. An der charakteristischen Biegungsstelle treten die Felsen der gegenüberliegenden Thalseiten eng aneinander, der Boden bildet eine Terrassenstufe, es entsteht eine Felsschlucht, durch welche die vereinigten Firnströme ihre Eismassen auf einem Wege von 2600^m Länge zur Tiefe hinabzwängen. Der Fall erscheint sehr steil, doch ist die gemessene mittere Neigung nur 22° 15′; die mittlere Breite des Gletscherfalls beträgt 500^m.

In dem Niveau von 2200^m erreicht der Gletscherfall sein Ende, die phantastische Zerklüftung hört auf, die Gletscherzunge nimmt ihren Anfang; sie ist 1300^m lang und besitzt einen Fall von 12° 45′.

In 1920^m Höhe lag im December 1882 das Gletscherthor, dem der Fluss entspringt. Ein breiter, fast ebener Boden mit aufgesetzten transversalen Schuttwällen bildet hier die Thalsohle; das linke Gehänge zeigt eine Anzahl alter Strandlinien, welche parallel untereinander verlaufend die früheren Stände des Gletschers markiren; gegen das rechte Gehänge lagern sich in convexem Bogen alte Seitenmoränen, die noch 4 Kilometer unterhalb des heutigen Gletscherthors nachzuweisen sind.

Der Fall des Thalbodens, vom Gletscherthor abwärts, beträgt 4° 7′; in der Entfernung von 1730^m unterhalb des Thores liegt ein grosser rother Block (piedra colorada), den mein sechzigjähriger Gefährte unaufgefordert als die Grenzmarke bezeichnete, bis zu welcher er den Gletscher vor 30 Jahren habe vorstossen sehen. Aus der Angabe würde folgen, dass der Ada-Gletscher in der genannten Epoche im Jahre durchschnittlich um 58^m zurückgewichen ist.

Den am meisten in's Auge springenden Beweis für die einst mächtigere Ausdehnung des Gletschers bilden die Gletscherschliffe des Felsens von Agua de la Vida. Der Fels ist mehrere Hundert Fuss hoch und trägt überall die deutlichsten Spuren früherer Gletscherbearbeitung, wie auch nach dem blossen Anblick der aufgenommenen Photographie von Hrn. Justus Roth bestätigt ist. Die Basis des Felsens liegt 1628^m hoch, 289^m unter dem heutigen Gletscherthor und $5\frac{1}{2}$ Kilometer von demselben entfernt. Die Angaben gestatten eine Vorstellung über die Ausdehnung, welche die Gletscherbedeckung einst besass; und es muss hier bemerkt werden, dass ich im Laufe meiner Reise ein zweites ähnliches Vorkommen nicht habe entdecken können.

Die Bergketten, welche das Cypressenthal einfassen, steigen unterhalb Agua de la Vida nicht höher an als 3200^m; nur der in nächster Nähe gelegene Terrassenberg (3298^m) macht eine Ausnahme. In dem Bergkranz, oberhalb Agua de la Vida, ergaben sich für die am meisten in's Auge springenden Höhen:

Rechtes Ufer: Bandberg 3432^m, Colorado 4147^m, Cerro Onorado 4516^m.

Linkes Ufer: Mettelhorn 3176^m, Dent blanche 4168^m, Mono (durch einen errichteten Steinmann kenntlich) 3566^m, Erstling 3417^m.

Der Erstling und Mono liegen auf einem Felsgrat, um dessen Nordende der Ada-Gletscher die erwähnte Biegung nach Westen vollführt; durch die Erreichung des Erstlings wurde der Ursprung des Ada-Gletschers entdeckt.

b. Messung des Vulcan Overo.

Ausgangspunkt ist das

Guanacostein-Biwak: 69° 52'.0 W. L. Gr.; 34° 35'.2 S. Br.; Höhe 3024^m.

Die Basis wurde doppelt gemessen; wegen des Windes bei der zweiten Messung erhält letztere halbes Gewicht, und es ergiebt sich:

	568^m.4		
	568.4	A über B	50^m.9
	565.5	B unter A	51.1
Basis A B	567.4	Mittel	51.0

Weiter folgt:

Vulcan Overo über B	1684^m.2		
A	1733.4		
Differenz	49.2	Controle ...	51^m.0
Mittel	1708.8		
Höhe Basismitte ..	3031.0		
Höhe Cerro Overo	4739.8		

Ferner ist ermittelt:

Azimut des Vulcan Overo vom Guanacostein aus 101° 49'.9

Horizontal-Entfernung des Vulcan Overo vom Guanacostein aus 10583^m.

Hieraus und aus der bereits bekannten Lage des Guanacostein folgt:

Vulcan Overo: 69° 58'.8 W. L. Gr.; 34° 34'.0 S. Br.; Höhe 4740^m.

c. Messung des Vulcan Maipo.

Ausgangspunkt ist das

Maipo-Biwak: 69° 53'.4 W. L. Gr.; 34° 13'.9 S. Br.; Höhe 3306^m.

Die anvisirten Zacken des Maipo-Kraters sind bezeichnet:

β, α (höchster), ε, k, D.

Basis A B nur einmal gemessen = 1153^m.5
(bei Kreis Rechts erschienen die 5^m.9 von einander entfernten Miren unter 17' 36", bei Kreis Links unter 17' 34").

B über A = 4^m.0.

Höhen von:	β	α	ε	k	D
Über B	1826^m5	1900^m9	1581^m6	1654^m2	1600^m1
» A	1831.8	1905.5	1587.1	1658.3	1604.7
Differenz	5.3	4.6	5.5	4.1	4.6
Mittel	1829	1903	1584	1656	1602
Höhe Basismitte	3483	3483	3483	3483	3483
Abs. Höhe	5312	5386	5067	5139	5085
Horiz. Distanzen von A	7518	7878	7225	7943	7502
» » B	7137	7471	6739	7392	6909

Vom Maipo-Biwak aus sind nur die Zacken β, D sichtbar, und zwar ist vom Biwak aus:

	Azimut	Horizontal-Distanz
für β	200° 7'0	7796^m
» D	209 52.9	8364

woraus folgt:

Maipo-Zacken β: 69° 51'6 W. L. Gr.; 34° 10'0 S. Br.

Auf dem Zacken α (trigonometrisch = 5386^m hoch) wurde 1883 Jan. 19. $1^h 15^m$ N. die Temperatur des kochenden Wassers 82°60, der Luft — 12°0 gefunden, was einer Höhe von 5416^m entspricht.

d. Messung der Ramada-Kette auf der linken Seite des Valle hermoso.

Ausgangspunkt ist das

Valle hermoso-Biwak: 70°1'3 W. L. Gr.; 32°16'0 S. Br.; Höhe 2913^m.

Die anvisirten Punkte sind bezeichnet a, r, b, c, d, e. a, r, b sind wahrscheinlich Zacken eines Schnee-erfüllten Kraters, gehören also demselben Berge an, dessen abgestumpfter Gipfel einer wenig geneigten Ebene gleicht; daher der Name *ramada* = Laube aus Zweigen. Die ganze Kette ist photographirt.

Basis AB nur einmal gemessen = 735^m7

A 3^m1 höher als B. Abs. Höhe A = 2914^m.

Höhe von:	a	r	b	c	d	e	Contrl.
Über A	3342^m9	3313^m0	3174^m0	3238^m4	2579^m0	3499^m3	
» B	3245.5	3315.9	3177.3	3240.9	2581.0	3501.5	
Differenz	1.6	2.9	3.3	2.5	2.0	2.2	3^m1
Mittel	3244.7	3314.5	3175.7	3239.7	2580.0	3500.4	
Höhe Basismitte	2912.4	2912.4	2912.4	2912.4	2912.4	2912.4	
Abs. Höhe	6157.1	6226.9	6088.1	6152.1	5492.4	6412.4	
Horiz. Distanz von A	21047	22346	21226	18633	16150	20782	
» » » B	21771	22132	20957	18312	16242	20296	

	r	c	e
Azimut von A aus	174° 21′.1	183° 33′.5	198° 39′.6
Westliche Länge von Greenwich	70 2.7	70 0.6	69 57.1
Südliche Breite	32 4.1	32 6.1	32 5.5.

Die Spitze e = Montenegro wurde bei der ersten Aconcagua-Ersteigung mit einem Horizontalglas anvisirt und lag in gleichem Niveau mit dem am Aconcagua erreichten höchsten Punkte; diesem kommt also hiernach die Höhe von 6413^m zu.

e. Messung des Aconcagua.

Überschreitet man von Westen her die Wasserscheide der Cordillere bei etwa 32° 20′ südlicher Breite in dem Boquete del Valle hermoso (3565^m), so steigt man durch ein Seitenthal in wenigen Stunden zu dem Valle hermoso nieder und erreicht seine Thalsohle bei dem Sandsteinfelsen von la Caleta in dem Niveau von 3000^m. Das Thal, welches aus Süden kommt und in 30 Kilometer Entfernung entspringt, biegt hier nach rechts um und folgt der Nord-Nordost-Richtung. Ich folgte dem Thal in der Bergrichtung, im Anblick des Aconcagua, der in der Entfernung von 31 Kilometern in Süd-Südost-Richtung isolirt aufragt, und errichtete ein Standquartier, welchem ich den Namen des Aconcagua-Biwaks gab, und dessen Lage ist:

70° 3′.2 W. Länge Gr.; 32° 31′.3 S. Br.; 3582^m Höhe.

Den höchst gelegenen Theil des Valle hermoso, von seinem Ursprung bis zum Aconcagua-Biwak nenne ich das Valle Penitente; es ist sehr wild, seine Thalsohle ist durch Quebraden (Schluchten) zerrissen, die rechte Thalseite wird von einer 5200—5300^m hohen unzugänglichen Felskette, der Penitente-Kette gebildet; hinter derselben liegt der Aconcagua, getrennt von der Kette durch eine weite Firnmulde. Ich entdeckte einen Übergang über die Kette, den Portezuelo del Penitente in 4970^m Höhe, der den Schlüssel der Aconcagua-Besteigung liefert. Der weite Firnkessel und die Schwierigkeit seiner Erreichung gestatteten nicht, den Aconcagua jenseits des Portezuelo trigonometrisch zu vermessen; nach langem Suchen wurde auf dem linken Hang des Valle Penitente, 6 Kilometer oberhalb des Aconcagua-Biwak in der Höhe von 4100^m eine Basis gemessen, von deren Endpunkten aus die Spitzen des Aconcagua nicht durch die Penitente-Kette verdeckt wurden. An den Hängen des Aconcagua selbst hatte ich zuvor eine directe Höhenmessung mittelst des Baudin'schen Kochthermometers Nr. 174 in dem höchsten von mir erreichten Punkt vor-

genommen; das Wasser kochte bei 78°9 C., die abgeleitete Höhe von 6410^m stimmt gut mit der vorhin angegebenen trigonometrisch abgeleiteten des Montenegro der Ramadakette.

Ausgangspunkt der Messung ist das

Aconcagua-Biwak: 70° 3'.2 W. L. Gr.; 32° 31'.3 S. Br.; Höhe 3582^m.

Die drei sichtbaren Spitzen des Vulcan Aconcagua werden mit N, M, S, der Portezuelo del Penitente mit P bezeichnet.

Basis A B ist zweimal gemessen:

1. Univ.-Instrument in A ergiebt A B = 792^m.4; A unter B: 108^m.4
2. » » » B » A B = 794.2; B über A: 108.7

Basis A B = 793.3; B über A: 108.6.

Höhe von:	$\bar{N}$	$\bar{M}$	$\bar{S}$	$\bar{P}$	Controle
Über A	2924^m.1	2805^m.4	2848^m.3	950^m.8	
» B	2815.2	2696.8	2740.1	842.4	
Differenz	108.9	108.6	108.2	108.4	B über A: 108^m.6.
Mittel	2869.7	2751.1	2794.2	896.6	
Höhe Basismitte	4098.6	4098.6	4098.6	4098.6	
	+ 1.3	1.3	1.3	1.3	(Corr. wegen Stativ).
Abs. Meereshöhe	6969.6	6851.0	6894.1	4996.5	
Horiz. Distanz von A	10580	10652	10882	4547	
» » » B	10341	10379	10581	4181	
Winkel gegenüber A B	4° 8′ 40″	4° 3′ 30″	3° 55′ 10″	9° 42′ 23″	

N und S sind die Eckspitzen des dachförmig gestalteten Aconcagua: ihre Entfernung beträgt 925^m; die Richtung N S ist N 39° 27′ E — S 39° 27′ W, oder mit anderen Worten: das in $\bar{N}$ genommene Azimut von $\bar{S}$ ist 39° 27′.

Die Punkte *A*, *B* der Basis konnten vom Aconcagua-Biwak aus nicht anvisirt werden, wohl aber die Aconcaguaspitzen. Unter Mitbenutzung der barometrisch ermittelten Niveaudifferenz zwischen dem Biwak und dem Basispunkt *B* wurde gefunden:

Aconcagua-Biwak (3582^m)

	$\bar{N}$	$\bar{S}$	Punkt B der Basis A B
Horizontal-Distanz von	15295^m	15750^m	5955^m
Höhenunterschied	3388	3312	517
Azimut	337° 25'.0		4° 17'.5

Hieraus folgt:

Aconcagua höchste Spitze $\bar{N}$: 69° 59'.5 W. L. Gr.; 32° 39'.0 S. Br.; Meereshöhe 6970^m.

Der Portezuelo del Penitente ist ein Einschnitt im Kamm der Penitentekette; in der Mitte des Einschnitts erhebt sich ein Felszahn von etwa 25^m Höhe; die Spitze des Felszahns ist das oben eingeführte P (4997^m). Die Basis des Felszahns wurde mittels des Kochthermometers Nr. 174 zu 4970^m Höhe ermittelt.

9. Erdmagnetische Messungen.

Für die Bestimmung der Elemente des Erdmagnetismus diente ein Magnetometer von C. Bamberg in Berlin. Es sind in den Jahren 1873—75 analoge Messungen mit demselben Instrument in Westafrica, in 5° südlicher Breite von mir vorgenommen worden. Vor der Ausreise nach Südamerica wurde das Instrument auf der Seewarte in Hamburg, Anfang Juli 1882, verglichen.

Der Horizontalkreis des Magnetometers ist in ganze Grade getheilt und besitzt 2 Nonien, welche eine directe Ablesung von 5′ gestatten. Der Verticalkreis ist in ganze Grade getheilt und besitzt keine Nonien; Bruchtheile eines Grades werden durch Schätzung erhalten. Zu dem Instrument gehören zwei Declinationsnadeln, zwei Inclinationsnadeln, zwei Stabmagnete zum Ummagnetisiren der Inclinationsnadeln und zwei Ablenkungsschienen für Intensitätsbestimmungen. Jede der beiden Schienen kann in doppelter Weise aufgesetzt werden, und die dadurch bewirkten Drehungen der Declinationsnadel erfolgen in entgegengesetztem Sinn, so dass das Mittel der entsprechenden Ablesungen die Ablesung des magnetischen Meridians ist, ihre halbe Differenz aber den Werth des Ablenkungswinkels liefert.

Es entsprechen also den beiden Declinationsnadeln D_1, D_2 und den beiden Schienen $AS\,\mathrm{I}$, $AS\,\mathrm{II}$ vier Ablenkungswinkel $\phi\ (=\phi_1'\,\phi_1''\,\phi_2'\,\phi_2'')$, aus denen sich die Horizontal-Intensität $H (= H_1', H_1'', H_2', H_2'')$ viermal berechnen lässt mittels der Formel $H = K_i \operatorname{cotg} \phi_i$.

Die vier Werthe $K_i = K_1', K_2', K_2'', K_2''$ wurden in Hamburg aus dem bekannten Werthe H_0 der Horizontal-Intensität und aus den vier beobachteten Winkeln $\phi\ (= \phi_1', \phi_1'', \phi_2', \phi_2'')$ ermittelt wie folgt:

$$K_1' = 0.6639;\quad K_1'' = 0.6957;\quad K_2' = 0.6639;\quad K_2'' = 0.6914.$$

Bei der Beobachtung der Declination wurde genau so verfahren, wie bei dem Vergleich in Hamburg zur Bestimmung des Collimationsfehlers der Nadeln, d. h. es wurde nur die Nordspitze der Nadel eingestellt und abgelesen.

Zum bessern Einblick in die unten zusammengestellten Resultate sei eine vollständige Bestimmung mit Declinationsnadel 1 hier gegeben:

wobei nur zu bemerken ist, dass alle auf den Horizontalkreis bezüglichen Zahlen die Mittel von vier Ablesungen sind.

Baños de Cauquenes 1883 Januar 31. 8h V.

	Wahres Azimut Mire II	216°20′3
	Ablesung Mire II	289 11.5
a)	Declinationsnadel 1 (magn. Nordpunkt)	268 21.0
b)	Ablenkungsschiene I, erste Lage	280 41.0
	» » zweite Lage	255 56.8
	Mittel (magn. Nordpunkt)	268 18.9
	Halbe Differenz $= \phi_1'$	12 22.1
c)	Ablenkungsschiene II, zweite Lage	255 42.5
	» » erste Lage	280 54.0
	Mittel (magn. Nordpunkt)	268 18.3
	Halbe Differenz $= \phi_1''$	12 35.7
d)	Declinationsnadel 1 (magn. Nordpunkt)	268 21.3
	Ablesung Mire II	289 11.0.

Die Inclination wurde aus acht verschiedenen Lagen der Inclinationsnadel abgeleitet, und da beide Spitzen abgelesen wurden, so stellt die aus jeder Nadel hergeleitete Inclination das Mittel von sechzehn Zahlen vor.

Die acht verschiedenen Lagen ergaben sich daraus, dass a) der Inclinationskreis durch Drehung um 180° auf doppelte Weise mit der Ebene des magnetischen Meridians coincidiren kann; b) dass die Axe der Inclinationsnadel auf den Lagern umlegbar ist; c) dass durch das Ummagnetisiren der Nadel das obere Ende derselben zum unteren gemacht wird. Die beiden Fälle a. werden durch E. W. (sichtbare Seite der Nadel gegen Ost, West); b. durch v. h. (Marke der Nadel vorn, hinten); c. durch o. u. (Marke oben, unten) unterschieden; dann sieht das vollständige Tableau einer Inclinationsbestimmung so aus:

Baños de Cauquenes 1883 Januar 31. 9h bis 10h V.

Inclinationsnadel I			Inclinationsnadel II		
u. h. E.	35°0,	35°4	u. v. E.	34°0,	33°8
» » W.	34.8,	35.6	» » W.	33.0,	34.0
» v. W.	34.6,	35.4	» h. W.	33.5,	34.8
» » E.	35.2,	35.2	» » E.	33.0,	33.4
o. v. E.	33.3,	33.5	o. v. E.	34.0,	33.8
» » W.	32.4,	34.0	» » W.	35.0,	34.1
» h. W.	33.0,	34.1	» h. W.	34.6,	33.2
» » E.	33.4,	33.2	» » E.	34.7,	35.0
Incl. I	33.96,	34.53	Incl. II	34.00,	34.00

Also Incl. I 34°25
» II 34.00
Inclination 34.13 Süd.

Zusammenstellung aller auf die erdmagnetischen Elemente bezüglichen Beobachtungs-Resultate.

Es bedeuten: λ Länge von Greenwich W; φ Polhöhe Süd; h Meereshöhe, D 1, D 2 Declinations-Resultat aus Nadel 1, Nadel 2; J 1, J 2 Inclinations-Resultat aus Nadel I., Nadel II.; H Horizontal-Intensität; i Totale Intensität.

	H	i	Declination	Inclination
Santiago 1882 Nov. 23. 7h — 8h V. λ 70°40'5; φ 33°26'7; h 535m	2.947;	3.534	D 1 } fehlt D 2 }	J I 33°62 Süd J II 33.14 (halbes Gewicht)
Cauquenes 1882 Dec. 5. 7h — 8h V. λ 70°34'5; φ 34°14'7; h 766m	3.025;	3.657	D 1 15° 24'7 Ost D 2 15 29.0 15 26.9	J I 34°4 Süd J II 33.9 34.15
Cauquenes 1882 Dec. 29. 8h — 9h V.	3.035;	3.668	D 1 15° 28'9 D 2 15 40.3 15 34.6	J I 34°3 J II 34.0 34.15
Cauquenes 1882 Dec. 29. 4h — 5h N.			D 1 15° 32'7 D 1 15 35.7 15 34.2	
Cauquenes 1883 Jan. 31. 3h — 4h N.	3.075;	3.668	D 1 15° 30'3 D 2 15 41.9 15 36.1	J I 34°3 J II 34.0 34.15
Agua de la Vida 1882 Dec 12. 9h-11h V. λ 70°26'7; φ 34°30'7; h 1628m	2.952;	3.547	D 1 15° 46'4 D 2 15 49.1 15 47.8	J I 30°8 J II 33.6 33.7
Guanacostein 1883 Jan. 7. 1h N.... (Vulcanisches Gebiet) λ 69°52'0; φ 34°35'2; h 3024m	2.810;	3.473	D 1 16° 52'8 D 2 fehlt	J I 36°2 J II fehlt
Yaucha 1883 Jan. 15. 3h — 4h N.. λ 69°9'0; φ 34°7'8; h 1443m	2.980;	3.565	D 1 15° 4'4 D 2 15 18.9 15 11.7	J I 33°5 J II 33.1 33.3

Die in obiger Tabelle gegebenen Werthe von H sind die Mittel der folgenden Werthe von H_1' H_1'' H_2' H_2'', welche mit den Ablenkungswinkeln ϕ_1' ϕ_1'' ϕ_2' ϕ_2'' berechnet sind:

	Nov. 23	Dec. 5	Dec. 29	Jan. 31	Dec. 12	Jan. 7	Jan. 15
H_1' . .	2.951	3.022	3.018	3.028	2.936	2.789	2.953
H_1'' . .	933	047	065	114	977	831	3.006
H_2' . .	951	012	022	043	940		2.964
H_2'' .	951	017	035	114	956		2.997
H . . .	2.947	3.025	3.035	3.075	2.952	2.810	2.980

Die entsprechenden Ablenkungswinkel sind:

ϕ_1'	12°40'.7	12°23'.4	12°24'.4	12°22'.1	12°44'.5	13°23'.5	12°40'.1
ϕ_1''	13 20.6	12 51.6	12 47.4	12 35.7	13 9.3	13 48.5	13 2.0
ϕ_2'	12 40.0	12 25.5	12 23.1	12 18.2	12 43.4		12 37.3
ϕ_2''	13 11.1	12 54.4	12 50.0	12 31.1?	13 9.9		12 59.5.

Auf der Expedition zum Aconcagua musste das Magnetometer wegen nicht ausreichender Zahl der Lastthiere zurückgelassen werden.

Mit einem sehr träge schwingenden Prismen-Compass (Bamberg 169) wurde bestimmt:

Valle hermoso-Biwak 1883 März 2. 7^h V. λ 70° 1'.3 W.; ϕ 32° 16'.0 S.; h 2913^m^.

Declination 14° 47' Ost. Mittel aus sechs verschiedenen Miren.

Aconcagua-Biwak 1883 März 8. Vormittags. λ 70° 3'.2 W.; ϕ 32° 31'.3; h 3582^m^.

Declination 16° 4' Ost. (Mittel aus sechs verschiedenen Miren.)

Diese beiden Resultate haben geringen Werth; ihr Mittel 15°.4 stimmt indess gut mit den Resultaten des Magnetometers.

Für Hamburg 1882 April war:

Magn. Declination	13° 1'.6 W.	Jährliche Änderung	− 8'.0
Inclination	67° 50' N.	» »	− 1'.0
Horizontal-Intensität	1.8108	» »	+ 0.0022

Es war beobachtet 1882 Juli 5 (mit dem Bamberg'schen Magnetom.):

D 1	12° 57'.3	J I	67°.84
D 2	12⁽ 57.1	J II	67.75
D	12° 57'.2 W.	J	67°.80 N.

ϕ_1' 20° 2'5; ϕ_1'' 20° 56'5; ϕ_2' 20° 3'3; ϕ_2'' 20° 49'5.

Die Correctionen für die beiden Inclinations- und Declinations-Nadeln, welche sich hieraus ableiten lassen, sind in den für Südamerica hergeleiteten Resultaten nicht angebracht.

Für Bussole 169 wurde als Index-Correction gefunden − 0°.5.
Für den benutzten Taschencompass − 0°.6.

10. Photographische Aufnahmen.

Auf der Reise in Südamerica wurden 85 Platten in den centralen chileno-argentinischen Andes exponirt und 68 in Bolivien und Peru.

Die Grösse der Platten (»London« ordinary dry plates von Wratten & Wainwright) ist $6^1/_2 \times 4^3/_4$ englische Zoll. Es wurden eine Dallmeyer- und eine Ross-Linse gebraucht; beide erster Qualität. Das Verfahren war erst zum Zweck der Reise von mir erlernt worden. Eine kurze Übungsreise in den Alpen gab gute Resultate, und in der That ist von den Aufnahmen in America kaum eine verloren gegangen. Der Apparat war so eingerichtet, dass ich ihn selbst tragen konnte, und dass im Laufe eines Tages acht Platten zur Disposition standen. Ein später angenommenes Verfahren setzte mich in den Stand, auch bei Tage den Plattenwechsel in einem lichtdichten Sack vorzunehmen. Ich hatte in den Alpen (bei Zermatt) mit demselben Apparat und denselben Platten gearbeitet wie in den Andes und fand die Expositionszeit in den Andes nur halb so gross wie in den Alpen. Bei kleinster vorhandener Blende pflegte ich mit der Dallmeyer-Linse in den Alpen 4^s, in den Andes 2^s; mit der Ross-Linse in den Alpen 3^s, in den Andes $1^s.5$ zu geben. Die Platten der ersten Serie wurden in Santiago entwickelt, woselbst auch die Duplicate, in den Händen des Hrn. Spencer, zurückblieben; die bolivianischen Platten konnten erst in Berlin, 3—4 Monate nach der Aufnahme, hervorgerufen werden, und hier zeigten sich bei einigen derselben Spuren von Zersetzung. In der Verpackung war ich so glücklich, dass nur ein einziges Glas einen Sprung erhielt.

Die sämmtlichen Original-Platten wurden zum Zwecke späterer Veröffentlichung Hrn. J. B. Obernetter in München übergeben.

Durch die zuverlässige Treue der heimgebrachten Bilder werden alle physiognomischen Landschaftsschilderungen wesentlich ergänzt. Namentlich wird es dem Geologen möglich sein, eine Vorstellung von der Rolle zu gewinnen, welche die Schichtung in dem Aufbau des von mir besuchten Gebirges spielt. Zwar erwecken die Bilder unvollständige Vorstellungen, insofern ihnen der lieblichste Schmuck der Cordillerenlandschaft: die Farbe fehlt; dafür aber macht ihre richtige Zeichnung die oft unbewusst geübte Fälschung übertriebener Formen unmöglich, und gestattet ihre Schärfe, die Formen bis in's Detail zu verfolgen. Zum ersten Male — um ein Beispiel anzuführen — wird hier der höchste Andesgipfel, von drei verschiedenen Standpunkten aus, in seiner wahren Gestalt dem Auge vorgeführt; und zwar ist eines der Bilder von dem bereits erwähnten 4970^m hohen Portezuelo del Penitente aus aufgenommen, in 6000^m horizontalem und 2000^m verticalem Abstand vom Aconcagua. Auch der trigonometrischen Ver-

messung kam die photographische Thätigkeit dadurch zu Gute, dass die meisten der anvisirten Punkte sich auf den Bildern wiederfinden.

Mögen daher die erhaltenen Resultate zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass die photographische Camera ein sehr wirksames Hülfsmittel in der Hand des wissenschaftlichen Reisenden ist.

11. Einwirkung der dünnen Luft auf den menschlichen Körper.

Bei den stark auseinandergehenden Angaben, welche von Reisenden über die Einwirkung der verdünnten Höhenluft auf den Organismus gemacht worden sind, erscheint es mir nothwendig, dass auch ich die an mir und meinen Begleitern gemachten Erfahrungen mittheile.

In Südamerica nennt man den Zustand, in welchen die meisten Leute durch das Eintreten in dünnere Luftschichten versetzt werden, Puna oder Soroche. In Chile haben wenige Leute, welche von der Puna sprechen, eine grössere Höhe als 3750^{m} resp. 3900^{m} erreicht; in Bolivien dagegen überschreitet der Maulthierpfad zwischen Tacna und la Paz eine Höhe von 4600^{m}. Sicher ist, dass langsame Gewöhnung gegen die Empfänglichkeit für die Puna abstumpft, auch dass ein mit den Rauheiten des Hochgebirges vertrauter Reisender eine ganz andere Widerstandskraft besitzt, als die oft verweichlichten, jeder körperlichen Anstrengung abholden Südamericaner. Einer betet dem anderen die Schrecken der Puna nach und entwirft sensationelle Schilderungen aus Höhen von dem Niveau des Monte Rosa, auf dessen Gipfel ein trainirter Alpinist sich eines normalen oder gar eines gesteigerten Wohlbefindens erfreut. Wurden doch selbst bei uns, als man noch nicht so wie heute mit den höchsten Alpengipfeln vertraut war, übertriebene Vorstellungen von der Einwirkung der Höhenluft unterhalten, und glaubten doch Viele, dass zu einer normalen Montblanc-Besteigung das Austreten von Blut aus Nase und Ohren gehöre. Man darf sich also nicht wundern, dass die Südamericaner, wenn die Nothwendigkeit sie einmal in die Höhenregionen geführt hatte, sich für die erlittenen Unbequemlichkeiten durch Schilderungen ihrer Punaleiden entschädigten.

Die Puna theilt allerdings das mit der Seekrankheit, dass ihr die verschiedenen Individuen in verschiedener Weise unterworfen sind, so dass auch da, wo Übertreibung ausgeschlossen ist, die Schilderungen nicht übereinstimmen.

Als Wirkungen der Puna werden angegeben: Übelkeit, Beklemmung, Kurzathmigkeit, Kopfschmerz, Ermattung, Gliederschmerzen. Die Übelkeit ist vermuthlich nur Folge der physischen Anstrengung

des Steigens; die Beklemmung Folge eines nicht normalen oder nicht hinreichend geübten Respirationsorganismus.

Ich habe schädigende Einflüsse der dünnen Luft nur am Aconcagua bei mir wahrgenommen.

Bei der Maipo-Besteigung (19. Januar 1883), die mich das Niveau von 5400^{m} erreichen liess, fühlte ich wohl einen Einfluss der dünnen Luft auf meinen Athmungsprocess, aber durchaus keine Beschwerden: weder Kopfweh, noch Übelkeit, noch Gliederschmerzen. Nur die Lunge musste heftiger arbeiten; dadurch indessen, dass ich den Schritt beim Aufstieg stark verlangsamte, vermied ich den Zustand des Röchelns. Dazu erschwerte noch sturmartiger Wind das Athmen, und sank die Temperatur auf 12° C. unter Null. Ein Gefühl von Mattigkeit hatte ich erst im Laufe des Abstiegs; das brauchte aber nicht auf die dünne Luft bezogen zu werden, sondern erklärte sich einfach aus dem an sich anstrengenden Marsch (die Niveaudifferenz zwischen dem Biwak und der Spitze betrug 2100^{m}), aus dem Mangel an Nahrung und dem allgemein aufreibenden Leben in den Biwaks. Meine beiden chilenischen Begleiter zeigten sich weniger widerstandsfähig und konnten mir nicht bis zur Spitze folgen. Derjenige von ihnen, welcher mir am weitesten gefolgt war und kaum eine Marschstunde unterhalb des Gipfels liegen blieb, klagte über nichts anderes, als über Schmerzen in den Beinen. Ich beobachtete an ihm Schlafsucht und sehr bleiches Aussehen; letzteres werde ich wohl auch zur Schau getragen haben; denn fast alle Leute verändern die Farbe in der Höhe.

Auf dem Aconcagua habe ich zwei Mal folgende Wahrnehmungen an mir machen können.

Der erste Ersteigungsversuch fand statt am 20. und 21. Februar 1883. Am Abend des 20. Februar begann die Besteigung in einer Höhe von 4500^{m}: wir erkletterten zunächst den Portezuelo del Penitente (4970^{m}) und überschritten während der Nacht das 2$^{1}/_{2}$ Stunden breite Firnfeld, welches die Basis des Aconcagua-Kegels berührt. Bis zur Höhe von 6000^{m} war mein Befinden normal; dann fühlte ich, dass der Athem zuweilen kurz wurde, und eine röchelnde Bewegung der Lunge mir allein momentane Erleichterung gewährte; die Oberschenkel schmerzten, und zwar am meisten, wenn nach einer kurzen Pause der Marsch wieder aufgenommen wurde. Es erschien mir jeder Zeit als eine Erleichterung, beim Niederlegen den Mund dicht über Schnee zu halten und dann heftig zu röcheln. So erreichte ich mit einem Begleiter die Höhe von 6410^{m}, wo ich noch im Stande war, den Kochapparat der Hypso-Thermometer in Gang zu setzen. Wenn ich niederlag und auch meiner Lunge durch langsames Athmen eine Erholung gönnte, so überfiel mich plötzlich Athemnoth; ein Beweis, dass

nur eine übermässige Thätigkeit der Lunge dem Körper das nothwendige Quantum an Sauerstoff zuführen konnte.

Die Höhe von 6410^m^ wurde am 21. Februar Mittags um 1^h^ erreicht, 16½ Stunde nach Beginn des Aufstiegs. Mein Begleiter befand sich in einem ähnlichen Zustande wie ich. Ich glaube nun, dass mein eigener leidender Zustand nur zum geringen Theil durch die dünne Luft erzeugt wurde, sondern dass zwei andere Ursachen mitwirkten. Einmal war die Sorge um das Zustandebringen der Expedition und die Befürchtung für ihren Verlauf so gross, dass ich während der vierzehn vorangegangenen Tage wenig Schlaf gefunden hatte; das Betragen meiner Begleiter hatte mir steten Verdruss bereitet; ich war schlecht genährt — und in diesem Zustande begann ich die Besteigung. Andererseits wurden während der Besteigung meine Kräfte ungebührlich dadurch beansprucht, dass meine Begleiter (ursprünglich zwei) sich oft ohne hinreichenden Grund niederwarfen, schon bei Sonnenaufgang wenig Lust zum Weitergehen verspürten und mich dadurch zwangen, sie alle zehn Minuten durch eine Rede anzutreiben; das wirkte moralisch lähmend auf mich, erschöpfte auch die physischen Kräfte, weil die Lunge durch das Sprechen angestrengt wurde. Bei zuverlässigen Begleitern, bei besserer vorangegangener Pflege wäre mein Zustand jedenfalls dem bei der Maipo-Besteigung geschilderten ähnlich gewesen. Es ist noch zu bemerken, dass auch in 6410^m^ weder bei mir noch bei meinem Begleiter ein Austreten von Blut aus Ohren oder Nase stattfand.

Bei der zweiten Besteigung biwakirte ich auf Felsen in 5300^m^ Höhe in der Nacht vom 4/5. März 1883. Eine Zahnfistel, die sich mittlerweile bei mir ausgebildet hatte und mir zu Zeiten unerträgliche Schmerzen bereitete, setzte mich in einen schlechten Zustand. Ich beobachtete nun schon in der Höhe des Biwaks die oben geschilderten Einflüsse der Puna, hatte aber während des Marsches am 5. März, unmittelbar nach den periodisch wiederkehrenden, acuten Schmerzzuckungen des Zahnnerven, die Empfindung, als ob ich von jeder Puna-Wirkung befreit wäre und mich ganz normal befände.

Die Summe meiner Erfahrungen über die Puna ist die, dass ein gesunder, durch Anstrengung trainirter, aber nicht erschöpfter Organismus die Wirkungen der dünnen Luft nur in der Intensität der Lungenthätigkeit zeigt, und dass die Ueberanstrengung der Lunge Mattigkeit und Gliederschmerzen zur Folge hat; dass der moralische Zustand, das Zutrauen zu den Begleitern und zu dem Erfolg das wirksamste Mittel gegen die Puna sind, und dass der Reisende, welcher in 6410^m^ noch arbeiten konnte, sehr wohl im Stande ist, die Höhe von 6970^m^ (Aconcagua-Spitze) zu erreichen, wo der Sauerstoffgehalt nur um 6⅔ Procent geringer als in 6410^m^ ist.

12. Sammlungen.

Was von den gesammelten Pflanzen nach Europa gelangte, wurde in gutem Zustand dem Königlichen botanischen Museum zu Berlin überreicht und von Hrn. Prof. Ascherson mit dankenswerther Bereitwilligkeit untersucht. Der genannte Gelehrte hat das vorläufige Resultat seiner Untersuchung in einem kurzen Memoire zusammengestellt, welches diesem Bericht als Anlage beigegeben ist; es geht daraus hervor, dass 190 Nummern gesammelt sind, welche sich auf 163 Arten vertheilen.

Die Gesteinssammlung ist dem Königlichen mineralogischen Museum übergeben worden. Hr. Justus Roth hat die besondere Güte gehabt, die Untersuchung der Gesteine selbst zu übernehmen, und sich eine Mittheilung an die Königliche Akademie vorbehalten. So wenig umfangreich die Sammlung ist, so hat sie doch Hrn. Roth in den Stand gesetzt, die vulcanische Natur des Aconcagua festzustellen.

13. Schlusswort.

In dem vorstehenden Bericht haben meteorologische Aufzeichnungen keine Stelle gefunden, weil der stete Ortswechsel längere Beobachtungsreihen an demselben Ort verbot, und weil vereinzelte Temperatur- etc. Angaben, falls sie nicht zu Höhenbestimmungen dienen, eher in das Gebiet der persönlichen Erlebnisse, als wissenschaftlich verwerthbarer Daten fallen. Zudem ist das Charakteristische der Sommerwitterung gelegentlich bereits erwähnt und kann hier noch einmal mit den wenigen Worten zusammengefasst werden: geringe, meist verschwindende Bewölkung des Himmels, noch geringere Niederschläge, nur in den Höhen zuweilen heftige Schneestürme; constante Winde aus Nord bis Nordwest, oft mit grosser Gewalt wehend.

Die auf Grund der Messungen und Compass-Peilungen entworfene Karte des Reisegebiets ist dem Bericht nur deshalb nicht beigefügt, weil sie erst nach Abschluss aller Berechnungen in Angriff genommen werden konnte. Binnen kurzem wird sie vollendet sein.

Dass die heimgebrachten Sammlungen einen nur geringen Umfang haben, ist weder auf einen Mangel an Interesse, noch an Verständniss für ihre Bedeutung zurückzuführen. Aber ein Reisender, dem nie eine andere Hülfe zu Gebote stand, als die vier Leute, welche die Reit- und Lastthiere zu besorgen hatten, muss sich Beschränkung auferlegen. Die Messungsarbeiten, wenn ihnen wissenschaftlicher Werth zuerkannt werden soll, erfordern mehr Zeit, als die dürren

Zahlen des Resultats erkennen lassen: die topographische Exploration, welche dieser Arbeit voraufgeht, nimmt die geistigen und physischen Kräfte gleich stark in Anspruch; nur dadurch, dass das Auge unaufhörlich über die Landschaft schweift und die verschiedenen Eindrücke combinirt, erhält man Anhaltspunkte, die in explorirten Ländern die Karten liefern. Zum systematischen Sammeln bleibt keine Zeit.

Gerade für Reisende gilt das Wort, dass sich in der Beschränkung der Meister zeige; und nur, wer viele Jahre seinen Reisezwecken widmen kann, darf seine Thätigkeit vielseitiger gestalten. In der hohen Cordillere des centralen Chile stehen dem Reisenden nur Monate zur Disposition; ich habe sie ohne Rücksicht auf meine Person auszunutzen versucht und übergebe der Königlichen Akademie dankbar und ehrerbietigst diesen Bericht mit der Versicherung, dass er das Resultat redlicher Mühe und unerschrockenen Handelns ist.

Anlage I.

Bericht des Hrn. Prof. Dr. Ascherson über die von Dr. Güssfeldt gesammelten Pflanzen.

Die von Dr. Paul Güssfeldt von seiner Reise in die chilenisch-argentinische Cordillere mitgebrachte Pflanzensammlung stammt von acht verschiedenen Localitäten:

1. Cajon de los Cipreses.
2. Daselbst in der Nähe der Moräne.
3. Daselbst in der Nähe der Gletscherzunge.
4. Paso de la Leña.
5. Oberes Thal des Rio Negro (Argentinien, Nebenfluss des Rio Diamante).
6. Pampa.
7. Maipo-Passage.
8. Aconcagua-Expedition.

Im Ganzen sind daselbst circa 190 Nummern gesammelt, die (eher um einige zu niedrig, als zu hoch geschätzt) 165 Arten angehören, die sich auf folgende Familien vertheilen:

Dikotylen	140
Berberideen (Berberis empetrifolia Lmk.)	1
Cruciferen	7
Malvaceen	2

Caryophyllaceen	2
Tiliaceen (Aristotelia Maqui L'Hér.)	1
Tropaeolaceen (Tropaeolum polyphyllum Sw.)	1
Oxalidaceen (Oxalis)	5
Zygophyllaceen (Larrea)	2
Rhamnaceen	3
Papilionaceen	12
Mimosaceen (Acacia)	1
Rosaceen	6
Onagraceen (Gayophyton)	1
Halorrhagidaceen (Myriophyllum elatinoides Gaud.)	1
Loasaceen	3
Portulacaceen (Calandrinia)	5
Cactaceen (Opuntia)	1
Grossulariaceen (Ribes)	1
Saxifragaceen (Escallonia pulverulenta R. P.)	1
Umbelliferen	4
Loranthaceen (Loranthus)	1
Rubiaceen	2
Valerianaceen	1
Compositen	39
Calyceraceen	3
Ericaceen	1
Gentianaceen	1
Hydrophyllaceen (Phacelia circinata Jacq.)	1
Labiaten (Stachys)	1
Verbenaceen	6
Solanaceen	5
Scrophulariaceen	10
Plantaginaceen (Plantago)	1
Nyctaginaceen (Bougainvillea n. sp.)	1
Chenopodiaceen (Chenopodium chilense Schrad.)	1
Polygonaceen	2
Santalaceen	3
Euphorbiaceen (Colliguaya odorifera Mol.)	1
Monokotylen	20
Orchidaceen	1
Iridaceen	3
Amaryllidaceen	4
Liliaceen	2
Juncaceen (Juncus)	1
Gramineen	9
Gymnospermen	1
Gnetaceen (Ephedra)	1
Gefäss-Kryptogamen	2
Polypodiaceen	2
Zell-Kryptogamen	2
Laubmoose	2

Bei den Familien, die mehr als eine Gattung, resp. Art enthalten, ist noch Folgendes zu bemerken.

Cruciferen: 2 Draba-Arten, Hexaptera pinnatifida Gill. u. Hook. und H. spathulata Gill. u. Hook. (die Gattung ist in den extratropischen Andes Südamericas endemisch), 1 Lepidium, 1 Brassica.

Caryophyllaceen: 1 Cerastium.

Malvaceen: 1 Sphaeralcea, 1 Cristaria.

Rhamnaceen: 2 Colletia-Arten, darunter die hochandine C. nana Clos. 1 Tralguenea (in Chile endemische Gattung).

Papilionaceen: Anarthrophyllum umbellatum (Clos), (die Gattung endemisch-chilenisch), Medicago sativa L., 2 Astragalus, 5 Adesmia (charakteristische Gattung für die chilenisch-argentinischen Cordilleren, wegen der gekrümmten Dornen cuerno de cabra, und wegen der gelben, wachsartigen Rinde leña amarilla genannt), 2 Vicia, 1 Lathyrus.

Rosaceen: 1 Geum, 5 Acaena.

Loasaceen: 2 Loasa, Cajophora coronata Hook. Arn.

Umbelliferen: 1 Bowlesia, 1 Azorella, 1 Pozoa, 1 Mulinum (chilenisch-argentinisch).

Rubiaceen: Oreopolus citrinus Schdl. (endemische Gattung der chilenischen Andes), 1 Galium.

Compositen: 2 Haplopappus, 2 Baccharis, 1 Gnaphalium, Podanthus Mitiqui Lindl. (die Gattung endemisch chilenisch), Helianthus (Flourensia) corymbosus Poepp., Anthemis Cotula L., 10 Senecio, 1 Werneria, 1 Mutisia, Chuquiraga oppositifolia Gill. et Don., 1 Chaetanthera, 1 Aldunatea, 4 Leuceria, 1 Proustia, 2 Clarionea, 2 Nassavia, Triptilium spinosum R. et Pav. (siempreviva), 1 Achyrophorus.

Calyceraceen: 1 Boopis.

Verbenaceen: 1 Lippia, 5 Verbena, deren habituelle Verschiedenheit um so auffälliger, als 4 derselben nebeneinander in den Pampas gesammelt wurden. Eine derselben (V. erinoides L.?) ist ein weichblättriges Kraut, an die bekannten Garten-Verbenen erinnernd; V. aphylla Hook. et Gill. (wohl zu GRISEBACH's Gattung Neosparton gehörig) ist ein fast blattloser, ruthenästiger Strauch; V. juniperina Lag., ebenfalls strauchig, hat stechende dreitheilige Blätter; V. seriphioides Hook. et Gill. wiederholt die Tracht mancher, den Steppen Vorderasiens angehöriger Salsolaceen, indem die dornigen Blätter der Hauptachse Kurzzweige kleiner, saftiger Blättchen in ihren Achseln tragen, welche den Stamm dicht bedecken. Endlich stellt die hochandine V. caespitosa Hook. et Gill. (ob identisch mit V. nubigena Poepp., einer in der botanischen Literatur übersehenen Art?) eine polsterförmige Alpenpflanze von der Tracht unserer Silene acaulis dar.

Solanaceen: 1 Solanum (wilde Kartoffel, papilla del campo), wohl S. Maglia Mol.; 1 Lycium, 1 Fabiana, Trechonaetes laciniata Miers (die Gattung chileno-argentinisch), Schizanthus Grahami Gill. (die Gattung endemisch chilenisch).

Scrophulariaceen: 6 Calceolaria, 2 Mimulus, 1 Ourisia, 1 Gerardia

Polyganaceen: 1 Rumex, Mühlenbeckia chilensis Meisn., 1 Arjona (chil. argent.), 1 Quinchamalium, Myoschilos oblongum R. P. (endemisch chilenisch). Die Zahl von drei Arten (2 p. Ct.) ist hoch für diese kleine Familie.

Amaryllidaceen: 2 Alstroemeria.

Liliaceen: 1 Triteleia, 1 Cumingia (end. chil.).

Gramineen: 1 Vilfa, 1 Agrostis, 1 Gynerium, 1 Avena, 2 Festuca, 1 Hordeum.

Polypodiaceen: Adiantum scabrum Kaulf., Lomaria alpina Spr. var. serrulata Mett.

Laubmoose: Pottia Güssfeldtii Schlieph., Bryum pendulum Schpr.

Was die specielle Verbreitung der gesammelten Arten betrifft, so ist zu bemerken, dass keine einzige Art der Aconcagua-Expedition im Cajon de los Cipreses resp. in den angrenzenden Theilen der Cordillere gesammelt wurde; da diese Localitäten zu beiden Seiten der klimatischen Grenze liegen, welche das regenreiche Süd-Chile von dem dürren nördlichen Landestheil trennt, so ist dies wohl erklärlich. In dem höchsten, an die Cordillere stossenden Saum der Pampas ausschliesslich gesammelt sind die Gattungen Sphaeralcea, Larrea, Acacia, Mulinum, Proustia, Lycium, Bougainvillea, denen sich die aus Europa eingeschleppten Arten von Brassica, Medicago (unsere Luzerne) und Anthemis anschliessen; auch die bei den Bädern von Cauquenes (766^{m}) im unteren Cachapual-Thal gesammelte Avena ist eine aus Süd-Europa eingewanderte Art. Auffällig in den alpinen Höhen, aus denen der grösste Theil der Sammlung stammt, ist das Auftreten folgender Charakterpflanzen Chile's, die auch die Küstenstriche bewohnen: Aristotelia Maqui, Escallonia pulverulenta, Podanthus Mitiqui, Triptilium spinosum, Chenopodium chilense, Mühlenbeckia chilensis, Myoschilos oblongum, Colliguaya odorifera (mit Ausnahme des Triptilium und Chenopodium sämmtlich Holzgewächse). Hinsichtlich ihrer Gesammtverbreitung sind die dem chilenisch-argentinischen Florengebiete eigenen Gattungen bereits oben namhaft gemacht worden. Ganz oder nahezu ausschliesslich südamericanisch, und zwar meist extratropisch, sind die Gattungen Cristaria, Colletia, Adesmia, Escallonia, Bowlesia (1 Art auf den canarischen Inseln), Pozoa, Werneria, die Gruppe der Labiatifloren unter den Compositen, wohin die Gattungen Mutisia, Chuquiraga, Chaetanthera, Aldunatea, Leuceria, Proustia, Clarionea, Nassavia und Triptilium, zusammen 16 Arten, also nahezu die Hälfte aller in der Sammlung vorhandenen Compositen gehören, die Calyceraceen, Fabiana, Bougainvillea, Quinchamalium, Colliguaya, Alstroemeria, Gynerium (das bekannte Pampasgras unserer Gärten, spanisch cortadera). Americanisch von weiterer Verbreitung, und zwar hauptsächlich den wärmeren Theilen der neuen Welt angehörig, sind die Familien der Tropaeolaceen, Loasaceen (1 Art arabisch-südafricanisch) Cacteen (1 Art auch im Sudan und Indien), die Gattungen Sphaeralcea (einige Arten am Cap) und Baccharis; Beispiele der Übereinstimmung in der Vegetation zwischen den subtropischen, meist dürren Gebieten Nord- und Süd-America's (in den Tropen selten oder fehlend) bieten die Familien der Hydrophyllaceen und die Gattungen Larrea, Gayophyton, Haplopappus, Helianthus, Gerardia, Triteleia. Die Sammlung enthält auch eine Reihe von Belegen für die merkwürdigen Beziehungen zwischen den drei Hauptgebieten der extratropischen Flora auf der Südhemisphäre, welche Engler unter dem neuen (wohl etwas fragwürdigen) Namen der altoceanischen Flora zusammenfasst. Besonders ausgesprochen sind diese Beziehungen bekanntlich zwischen Südamerica und Australien (bez. Neu-Seeland), wo sie in der Verbreitung von Aristotelia, Acaena, Calandrinia, Azorella, Calceolaria (nur 2 Arten in Neu-Seeland), Mimulus, Ourisia, Mühlenbeckia und der Lomaria alpina zu Tage treten, welche letztere ausserdem auch die antarktischen Inselgruppen Tristan d'Acunha und Kerguelen bewohnt. Die Gattung Oxalis, artenreich in Südamerica und am Cap, bietet dagegen ein Beispiel der ungleich selteneren Übereinstimmungen zwischen den extratropischen Südspitzen des americanischen

und africanischen Continents: in Australien (und Neu-Seeland) ist sie nur durch die tropisch-kosmopolitische Oxalis corniculata L. und die eine süd-americanische O. Magellanica Forst. vertreten, die übrigens der europäischen O. Acetosella L. sehr nahe steht.

Von den Gattungstypen, die der östlichen und westlichen Hemisphäre gemeinsam sind, und deren Verbreitung auf beiden den Äquator überschreitet, können nur wenige als wahrhaft kosmopolitisch bezeichnet werden, insofern sie annähernd die ganze Erdoberfläche und zwar heisse und kühle Klimate bewohnen: hierher gehören aus der vorliegenden Sammlung nur Myriophyllum (Wasserpflanze), Gnaphalium, Senecio, Solanum, Chenopodium, Juncus (Sumpfbewohner), Agrostis, Festuca; den wärmeren Klimaten angehörig, wenn auch vielfach die Wendekreise überschreitend, sind die Gattungen Acacia, Loranthus, Lippia, Lycium, Vilfa, Adiantum. Grösser ist die Zahl derjenigen Gattungen, die in den beiden gemässigten Zonen vertreten, in den Tropen sich in die Gebirge zurückziehen oder auch ganz fehlen, wie Berberis, Draba, Lepidium, C e r a s t i u m, A s t r a g a l u s, Vicia, Lathyrus, Geum, Ribes, G a l i u m, A c h y r o p h o r u s, Stachys, P l a n t a g o, R u m e x, Ephedra, Hordeum, von denen die gesperrt gedruckten Gattungen auch in unserer Hochalpenflora charakteristische Vertreter besitzen. Es sind namentlich diese Gattungen, welche in der Flora der hohen Andes Erinnerungen an die Vegetation der Heimat erwecken. Demnach ist unter allen Arten der Güssfeldt'schen Sammlung (abgesehen von den oben erwähnten vier Einwanderern aus Europa) nur eine einzige Species, das Laubmoos Bryum pendulum, welche auch in Europa, und zwar auch in Deutschland und bei Berlin vorkommt: die neue Pottia Güssfeldtii schliesst sich allerdings auch an europäische Typen an.

Anlage II.

Beobachtungen über Vegetations-Grenzen.

Im Cajon de los Cipreses, 34.5, wird die Vegetation oberhalb 2700^m zerstreut, oberhalb 3000^m treten Kräuter nur ganz sporadisch auf, in 3400^m wurde noch ein Pflanzen-Individuum gefunden; da die Beobachtungen im December angestellt wurden, so ist anzunehmen, dass im Januar-Februar die gegebenen Werthe sich noch etwas erhöhen. In dem Niveau 1550—1650^m der Thalsohle und an den Hängen bis zu 100^m hinauf werden die »Cipreses« (Libocedrus-Bäume) gefunden.

Bei dem Überschreiten der Cordillere von Chile nach Argentinien über den Atravieso de la Leña (4107^m) 34°5 s. Br. wurden folgende Beobachtungen gemacht.

Beim Aufstieg von Chile: in 3482^m. Eindruck, dass die Vegetation völlig aufgehört habe; doch wurde bei 3926^m noch ein vereinzeltes Kraut ohne Blüthe gefunden.

Auf der Passhöhe, 4107^m, völlige Vegetationslosigkeit.

Beim Abstieg nach Argentinien: in 3406^m, erstes Auftreten von Vegetation; keine Adesmien (Feuerungsmaterial).

Nach dem Überschreiten zweier Secundär-Pässe auf der argentinischen Seite:

Bei 3440^m, Beginn spärlicher Vegetation.

Bei 3128^m, Beginn einer Wiesenbedeckung der Thalsohle, Auftreten von Krüppel-Adesmien.

Bei 2880^m, Auftreten von Adesmia-Gesträuch.

Bei 1900^m, Auftreten hoher Weidenbäume in den Wadis der höchsten Pampa-Zone.

Bei dem Überschreiten der Cordillere (zwei Ketten) von Argentinien nach Chile über Piedra Cruz (3781^m) und Maipo-Pass (3473^m) wurde beobachtet:

Argentinische Seite.

Bei 2450^m, untere Grenze der Adesmien.

Bei 3163^m, Gesträuch hört auf: desgleichen die continuirliche Wiesenbedeckung der Thalsohle.

Bei 3640^m, Wiederauftreten von kurzem Grase.

Bei 3781^m, Passhöhe Piedra Cruz: Krüppel-Adesmien.

Bei 3300^m, Hochebene am Fuss des Vulcan Maipo, dürftiges Gras in curvenförmigen Linien.

Chilenische Seite.

Bei 3306^m, am Maipo-Biwak, in der Nähe des Baches, kräftige Vegetation blühender Kräuter.

Bei 4000^m, am Maipo-Vulcan, einzelnes kräftig blühendes Kraut (Oxalis?).

Bei 3000^m, obere Grenze der Sträucher.

Bei 2500^m, Thalsohle des Maipoflusses, kräftige Strauchvegetation.

Bei 1756^m, obere Baumgrenze.

Bei 1500^m, hohe Bäume.

Bei 1450^m, obere Grenze der Quisco-Cactus.

Bei 1270^m, Beginn der Nussbäume, bald Pfirsiche und Wein.

Bei dem Cordilleren-Übergang von Chile nach Argentinien über den Boquete del Valle hermoso (3565^m) wurde beobachtet:

Chilenische Seite, bei 32°5 im Mittel.

Bei 1200^m, Grenze der Obstbäume und des Weins.

Bei 2254^m, obere Baumgrenze.

Bei 3000^m, die Vegetation wird spärlich.

Bei 3600^m, hart unterhalb des Secundärpasses Cuzco, Krüppel-Adesmien, Gräser, Yareta.

Bei 2400^m }
Bei 2650^m } Thalsohle des Rio Putaendo, kräftige Sträucher.

Bei 3200^m, Tropaeola.

Bei 3565^m, Boquete, Grasvegetation.

Argentinische Seite.

Bei 3000^m, obere Grenze einer kräftigen Wiesenvegetation in der Thalsohle.

Bei 3600^m, Futterplatz für die Thiere, Krüppel-Adesmien, obere Grenze.

Bei 3750^m, vereinzeltes Wiesenstück.

Vorläufige Bemerkung über die Schneegrenze.

Im December wurde im Cajon de los Cipreses der erste Schnee in 2700^{m} angetroffen. Es ist nach den angestellten Erkundigungen wahrscheinlich, dass Ende Januar der Schnee im 34° S. Br., an einzelnen Orten bis 3000^{m} hinunterreicht, dass aber der Mittelwerth der Schneegrenze in 3500^{m} Höhe liegt.

Zwischen 32° und 33° S. Br. finden sich im Februar Schneeanhäufungen bei 3600^{m}; der Boquete del Valle hermoso (3565^{m}) wurde ganz schneefrei gefunden; in der Thalsohle des oberen Valle hermoso beginnt der Schnee bei 4000^{m} in einzelnen Feldern; die Schneegrenze muss in 4200^{m} gelegt werden.

Am Maipo-Vulcan (34° 10′) liegt die Schneegrenze 4000^{m} hoch.

Dass die Schneelinie der Andes zwischen 32° und 35° sich stark senkt, unterliegt keinem Zweifel.

Die gegebenen Werthe sollen nur einen ersten Anhalt geben; eine genauere Discussion wird vorbehalten.

Ausgegeben am 31. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.
XXXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. Juli. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr Siemens las: Beiträge zur Theorie des Magnetismus.

2. Hr. Dillmann legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Landauer in Strassburg vor über eine von Dr. Euting in Palmyra gefundene Synagogen-Inschrift.

3. Hr. Prof. Bücking in Strassburg hat einen Bericht über die von ihm mit akademischen Mitteln im Jahre 1883 am Hymettos ausgeführten geologischen Untersuchungen eingesandt.

Die beiden letzteren Mittheilungen sind in diesem Heft abgedruckt, die erste wird später erscheinen.

4. Hr. Zachariä von Lingenthal, correspondirendes Mitglied der philosophisch-historischen Classe, übersendet die von ihm soeben herausgegebene Pars VII des Ius Graeco-Romanum.

5. Die HH. Prof. Joh. Wilh. Hittorf in Münster und Prof. Friedr. Kohlrausch in Würzburg wurden zu correspondirenden Mitgliedern für das Fach der Physik gewählt.



Über die von Euting in Palmyra gefundene Synagogen-Inschrift.

Von Dr. Landauer
in Strassburg i. E.

(Vorgelegt von Hrn. Dillmann.)

Hierzu Taf. IX und X.

Es ist fast ein Jahr verflossen, seitdem von Euting die Kunde kam, er habe unter den Ruinen von Palmyra eine alte Synagoge gefunden mit einer hebräischen Inschrift aus dem III. Jahrhundert. Es ständen nur noch zwei Pfeiler (מזוזות) mit ein paar kaum leserlichen Worten und die Oberschwelle (משקוף), auf welcher in schöner Quadratschrift das »Sch'ma Israel« (Deuter. VI, 4—9) eingegraben sei. Die Strassburger Universitäts- und Landesbibliothek ist seitdem in den Besitz des von Euting gesandten Abklatsches gekommen, der wegen der ungewöhnlichen Länge der Zeilen aus zehn Blättern[1] in 4° besteht. In der letzten Woche ist auch noch eine Photographie der ganzen Inschrift eingetroffen, welche Tafel IX wiedergibt.

Dass es im Anfang des dritten Jahrhunderts eine jüdische Colonie zu Palmyra gegeben, geht mit Sicherheit aus einer von de Vogüé, Syrie centrale, p. 47, edirten Inschrift hervor. In viel späterer Zeit (XII saec.) hat der bekannte jüdische Reisende Benjamin von Tudela[2] eine jüdische Gemeinde dort gefunden und nennt ein paar angesehene Männer mit Namen. Wir können also wohl vermuthen, dass es auch in der Zwischenzeit, nach der Zerstörung der Stadt, etwa von Justinian

[1] Tafel X veranschaulicht das best erhaltene Blatt.

[2] Vergl. The Itinerary of Rabbi Benjamin of Tudela, transl. and ed. by A. Asher, I, p. 87. Was Bd. II daselbst, S. 122 aus dem Werke von Irby & Mangles (Travels in Egypt, Nubia, Syria etc., London 1844) citirt wird, klingt so fabelhaft, dass man wohl behaupten darf, die Herren hätten bloss unsere Inschrift gesehen und seien von ihrem orientalischen Interpreten getäuscht worden. Die Stelle ist so interessant, dass ich sie nach Asher — das Reisewerk der Engländer besitzt unsere Bibliothek nicht — in extenso mittheile. »Passing down the great avenue of columns, there is a doorway standing on the right hand, and within it are the remains of the building it belonged to, having an hebrew inscription on the architrave, interesting on three accounts, as the foundation of Tadmor was built by Soloman, second as Zenobia is said to have been of the Jewish religion, and third as Bishop Riddle sets down 2000 Jews at Tadmor in his day.«

ab, an jüdischen Bewohnern nicht gemangelt hat, und dann ist der Spielraum für die Datirung unserer Inschrift weit genug. Sie besteht aus vier ungleichen Zeilen, wovon die oberste, gleichsam die Überschrift, ganz monumentale Lettern zeigt. Die Anfänge der Zeilen laufen in ziemlich gerader Linie, im Ausgang dagegen war der Abschluss des Gedankens maassgebend. Charakteristisch für die ganze Schrift ist, dass bei einer Reihe von Buchstaben (ב, כ, ד, ר, ך, ם, ק, ת) die obere Verticallinie am Ende sanft nach oben gebogen ist. Bei ד und ך sind beide Schenkel im Scheitelpunkte verlängert (vergl. מצוך, לבניך, אחד, ודברת, ידך). Das ז hat bloss ein nach rechts gewandtes Köpfchen. Der schräg laufende Strich am מ steht noch weit ab von der Grundlinie. Schluss-ם ist nur einmal (in היום) auf der linken Seite geöffnet, ק in וקשרתם ist geschlossen (bei ובקומך bleibt es zweifelhaft). Das zweite ה in האלה ist nach oben verbunden. Im צ sind die beiden Zacken schmal, der Schaft etwas lang gerathen. Für ein hohes Alter der Inschrift spricht, neben dem spitz zulaufenden ש, dessen Mittellinie bald höher, bald niederer ansetzt, die alterthümliche Gestalt des א und des ל. Bei ersterem steht der rechte Schenkel weit von der Basis ab und bildet mit dem linken einen sehr stumpfen Winkel, bei letzterem ist der obere Strich grösser als der ganze übrige Körper des Buchstaben und die Verticallinie kommt tiefer zu stehen als der Kopf der benachbarten Lettern. Der Typus der Inschrift hat im Ganzen viel Ähnlichkeit mit jener von Kefr Bir'im und manchen Graffiti, die in die ersten Jahrhunderte p. Chr. gehören[1] dürften.

Variationen im Text eines so uralten Gebets wie das Sch'ma wird kein Verständiger bei einer Überlieferung aus einer Zeit wie die der Mischna etwa erwarten. Die Umschreibung von Jahwe durch אדני überrascht uns nicht, wohl aber dass dem Künstler ein Lapsus passirt ist, indem er בשיבתך mit mater lectionis schreibt und, wenn ich recht lese, ואהבתה mit ה.

Die Wahl dieser Verse zur Ausschmückung des Portals der Synagoge dürfte von dem Usus beeinflusst sein, nach welchem man dieses Capitel und Deuter. XI, vs. 13 u. f. auf Pergamentstreifen schrieb und an einem Pfeiler der Thüre befestigte (מזוזה). Ich möchte freilich nicht verschweigen, dass nach talmudischer Bestimmung eine Synagoge einer solchen M'zûzâ nicht bedarf.

---

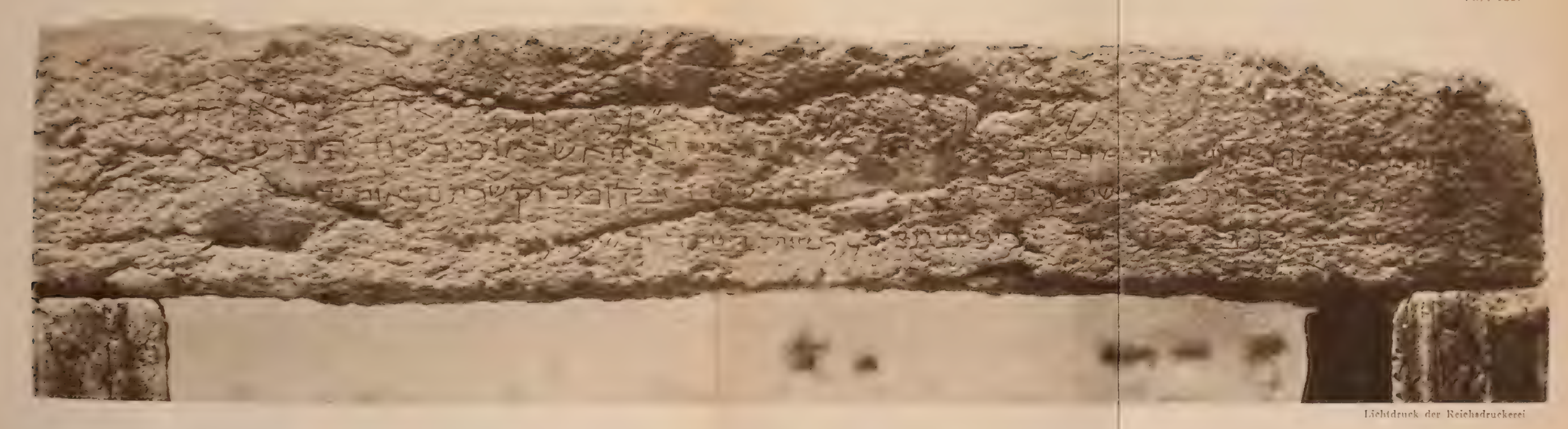
[1] Vergl. Chwolson, Corpus inscriptionum hebraicarum p. 87 u. s.



Taf. IX.

der Reichsdruckerei





Lichtdruck der Reichsdruckerei

Landauer: Über die von Euting in Palmyra gefundene Synagogen-Inschrift.

ab, an jüdischen Bewohnern nicht gemang
Spielraum für die Datirung unserer Inschrift

Landauer: Über die von Euting in Palmyra gefundene Synagogen-Inschrift



Landauer: Über die von Euting in Palmyra gefundene Synagogen Inschrift.



Über die Lagerungsverhältnisse der älteren Schichten in Attika.

Von Prof. H. Bücking
in Strassburg i. E.

(Bericht an die Akademie über eine im Jahre 1883 mit Unterstützung derselben ausgeführte geologische Untersuchung des Hymettos. — S. Sitz. Ber. 1882 S. 740, 1883 S. 669.)

(Hierzu Taf. XI. und XII.)

Über das Alter der krystallinischen Schiefer in Attika existiren bekanntlich zwei weit auseinandergehende Ansichten. Nach der einen, welche früher namentlich von Sauvage,[1] in jüngster Zeit besonders von M. Neumayr[2] vertreten wird und welcher sich auch R. Nasse[3] anschliesst, sind die in Attika auftretenden krystallinischen Schiefer umgewandelte Kreidesedimente, während sie nach der andern Ansicht[4] ein weit höheres Alter besitzen. Bei dem hohen wissenschaftlichen Interesse, welches sich an die Frage nach der Entstehung der krystallinischen Schiefer überhaupt knüpft, schien es daher wünschenswerth, durch eine auf genauen topographischen Karten beruhende geologische Aufnahme ein objectives Urtheil darüber zu erhalten, ob die krystallinischen Schiefer in Attika sich mit den sicher als Kreide nachweisbaren Schichten identificiren lassen oder ob sie in keinerlei Beziehung zu echten Kreideablagerungen stehen.

Einem aus diesem Grunde von Prof. Lepsius in Darmstadt und dem Verfasser gestellten Antrage, die zur Ausführung einer solchen Kartirung erforderlichen Mittel zu gewähren, willfahrte die Königliche Akademie der Wissenschaften und stellte uns zugleich das neue vorzügliche Kartenmaterial, welches auf Veranlassung des deutschen

[1] Annales des mines; IV. série, tome X. Paris 1846. p. 120 etc.

[2] Denkschriften der K. Akademie d. Wissensch., math.-naturw. Classe, XL, Wien 1880: auch besonders unter dem Titel: »Überblick über die geologischen Verhältnisse eines Theils der Ägäischen Küstenländer.«

[3] Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellsch. XXXIV. S. 151 etc.

[4] H. Bücking, ebenda, XXXIII. S. 118 etc.

archäologischen Instituts in Athen durch den deutschen Generalstab, unter specieller Leitung des Hrn. Vermessungsrath Kaupert, von einem grossen Theil von Attika hergestellt worden ist, zur Verfügung.

Bereits Ende Februar 1883 konnte mit der geologischen Untersuchung der nächsten Umgegend von Athen begonnen werden.

Doch wurde durch die anhaltend rauhe Witterung unsere gemeinschaftliche Arbeit bald unterbrochen, da Prof. Lepsius erkrankte und von der weiteren Thätigkeit in Attika einstweilen zurücktreten musste. So blieb mir allein die Aufnahme des Hymettos und die Untersuchung, welche Stellung das Schichtensystem des Hymettos zu den Schichten bei Athen einnimmt, überlassen; ich trage deshalb auch allein die Verantwortung für die aus diesen Untersuchungen gezogenen und im Folgenden kurz zusammengestellten Resultate.

Als krystallinische oder metamorphische Schiefer sind in Attika seither ziemlich allgemein diejenigen Schiefer- und Marmorschichten bezeichnet worden, welche unter den Kalken der Hügel bei Athen in der Stadt Athen selbst zu Tage treten und namentlich im östlichen Attika, zumal am Hymettos und am Pentelikon, sowie in der Gegend von Laurion mächtig entwickelt sind. Doch hat man auch wohl jene jüngeren Kalke, aus welchen die Kuppen des Lykabettos, das Froschmaul, die Akropolis, der Areopag, die Museionhügel, sowie die weitausgedehnte Decke des Turkowuni bestehen, und die wir der Einfachheit halber als »Lykabettoskalk« bezeichnen wollen, wegen ihres krystallinischen Aussehens, als sogenannten »jüngeren Marmor« zu den metamorphischen Schichten hinzugezählt; und, weil für sie die Zugehörigkeit zur oberen Kreide — in Folge einiger Petrefactenfunde — als erwiesen galt, glaubte man die metamorphischen Schichten von Attika überhaupt als Äquivalente der im übrigen festländischen Griechenland unter der oberen Kreide lagernden älteren Kreidesedimente auffassen zu dürfen.

Unter dem Lykabettoskalke liegen unmittelbar die »Schiefer von Athen«, und zwar, wo deutliche Aufschlüsse an der Grenze eine Beobachtung zulassen, in durchaus gleichförmiger Lagerung, wie das zuletzt von Nasse an der Hand einer Reihe von schönen Profilen recht überzeugend nachgewiesen worden ist, und wie ich das entgegen meiner früheren Behauptung nach erneuter sorgfältiger Untersuchung nur bestätigen kann. Ausser an den von Nasse besprochenen Stellen lässt sich die concordante Überlagerung der Schiefer von Athen durch den Lykabettoskalk besonders deutlich an der Südwestspitze des Museionhügels und ziemlich gut an der Strasse nach Eleusis, westlich von der Pulverfabrik, erkennen. Es ist daher die Vermuthung

Nasse's, dass der Kalk des Aegaleos oder der Berge von Skarmanga und Daphni, welche die Attische Ebene von der Ebene von Eleusis trennen, sowie der Kalk des Turkowuni und der Hügel von Athen identisch seien, vollkommen bestätigt. Die jetzt von einander getrennten Hügel von Athen sind also nur Reste einer einst weit verbreiteten Kalkdecke, die mit dem Turkowuni und dem Aegaleos in Verbindung stand; der Lykabettoskalk ist gleichalterig den tiefen Lagen des Kalks vom Aegaleos und entspricht somit, wenn an der Altersbestimmung des Kalkes des Aegaleos als oberen Kreidekalkes festgehalten werden darf, was wohl keinem Zweifel unterliegt, dem oberen Kreidekalk.

Als »Schiefer von Athen« möchte ich mit Nasse die Schichten bezeichnen, welche in den Gräben und an den Abhängen der Hügel bei Athen sehr gut aufgeschlossen sind und bei einer ziemlich gleichmässigen Entwickelung sich bis zu den Vorhügeln des Hymettos erstrecken, aber östlich von Athen, meist von mächtigen Diluvialconglomeraten und Alluvialmassen bedeckt, nur an einzelnen Hügeln und in tiefen Wasserrissen zu Tage treten.

Die petrographische Entwickelung dieser Schiefer ist eine sehr eigenthümliche. Vorherrschend sind graue und dunkele Schieferthone, denen Bänke eines meist dunkelgrauen, oft ganz grauwackenähnlichen Sandsteins und eines blaugrauen, zuweilen marmorartigen Kalkes eingelagert sind. Der Kalk tritt auch häufig in Form von kleineren und grösseren Linsen auf. Die Schieferthone sind in der Regel dünngeschichtet, theils von fester Beschaffenheit, theils weich, mergelartig, und häufig erfüllt mit kleinen Schwefelkieskryställchen. Auch rothe, reichlich Quarzsand enthaltende und daher rauh anfühlbare Schieferthone treten hier und da untergeordnet auf. Namentlich die untere Abtheilung der Schiefer, welche in der Stadt Athen am Fusse des Lykabettos, bei Ampelokipi, im Bett des Ilissos und an den Hügeln östlich vom Ilissos zu Tage geht, zeichnet sich durch eine dunkele Färbung aus und enthält ziemlich reichlich Quarz in Schnüren, linsenförmigen Knauern und schwachen Zwischenlagen; auch grauwackenartige, auf dem Querbruch oft gneissähnliche Sandsteine sind häufiger eingelagert, seltener sind quarzitische Bänke.

Im Ganzen zeigen die Schichten ein sehr wechselndes Streichen und Fallen und an vielen Stellen eine deutliche Faltung, namentlich an der Grenze gegen den Lykabettoskalk. Letztere ist oft recht ausgeprägt, und da der klotzige Kalk meist selbst keine Schichtung und Faltung erkennen lässt, scheint er häufig discordant auf den steiler geneigten Schiefern aufzuruhen, während er sie in Wirklichkeit gleichförmig überlagert. Mit der Faltung geht offenbar eine besondere

Veränderung der Schiefer Hand in Hand, indem sich festere, von vielen Quarzadern durchzogene Gesteine herausbilden, welche durch den eigenthümlichen seidenartigen Glanz auf den Schicht- und Ablösungsflächen an die Thonglimmerschiefer oder Phyllite erinnern. Diese Gesteine verwittern im Ganzen schwerer als die weichen Schiefer: man begegnet ihnen daher in der Umgebung von Athen weit häufiger und hält sie leicht für das vorherrschende, frischere Gestein. Dies mag wohl auch die Veranlassung dazu gegeben haben, die unter dem Lykabettoskalke bei Athen auftretenden Gesteine zu den metamorphischen oder krystallinischen Schiefern zu stellen und sie mit den Glimmerschiefern vom Hymettos zu parallelisiren, mit denen sie von vornherein keinenfalls vereinigt werden dürfen.

Nördlich von Athen, am Lykabettos und am Turkowuni, sowie östlich vom Ilissos entwickelt sich aus der unteren Schieferzone durch Einschaltung zahlreicher von Brauneisen gefärbter Kalkschieferlagen eine äusserlich durch eine mehr braungelbe Farbe charakterisirte Abtheilung. An der Akropolis und dem Museionhügel scheint sie ganz zu fehlen oder nur ganz schwach entwickelt zu sein. Sehr mächtig dagegen und nicht zu verkennen ist sie an dem südlichen Abhang des Turkowuni und an einigen Hügeln östlich vom Ilissos, hier als ein gelber Mergelkalk ausgebildet, der nur eine undeutliche Schichtung besitzt, nach oben mit Mergeln von geringer Festigkeit wechsellagert und so allmählich wieder in Schichten übergeht, welche solchen der unteren kalkarmen Zone ähnlich sind. Die Kalkschiefer der oberen Abtheilung führen vielfach Quarz und Hornstein in Linsen und dünnen schichtförmigen Einlagerungen; auch Kalk, dem Lykabettoskalk vollkommen ähnlich, kommt in grösseren linsenförmigen Einlagerungen vor und wird, wie jener, in Steinbrüchen gewonnen (vergl. Profil 1 und 2).

Etwa eine Stunde südöstlich von Athen tritt unter den eben beschriebenen Schiefern — soweit sich bei den spärlichen und unter der weitverbreiteten Diluvialbildung der Attischen Ebene nicht immer deutlich entblössten Aufschlüssen beobachten lässt, concordant — ein noch näher zu besprechendes Schichtensystem hervor (vergl. Profil 3), welches ununterbrochen längs des westlichen Abhangs des Hymettos bis zum Nordende des Gebirges am Stawro (Profil 4) und von da längs der ganzen Ostseite bis in die Gegend von Koropi in durchaus charakteristischer Entwickelung verfolgt werden konnte. Dieses Schichtensystem, das ich wegen seiner grösseren Verbreitung unweit des Gutes Kara als die »Schichten von Kara« bezeichnen will, schliesst sich in petrographischer Beziehung dem Lykabettoskalk und den Schiefern von Athen auf das engste an, unterscheidet sich aber sehr scharf

von den Schichten, aus denen der Hymettos in seinem untersuchten Theile sich aufbaut. Es sind vorwiegend gelbe Mergelkalke, den gelben Mergelkalken an der Basis des Lykabettoskalkes nördlich von Athen in manchen Lagen nicht unähnlich, an anderen Stellen auch feste, ungeschichtete, stark eisenhaltige, meist compacte, aber zuweilen auch zellige, zerfressene Kalksteine, die in ihrem Äussern den Eisenkalksteinen und Rauchwacken unseres Zechsteines vergleichbar sind, auch wie letztere oft in grossen klotzigen Massen über ihre Umgebung hervorragen. Mit solchen Gesteinen kommen noch weichere, mergelige Schiefer von gelbbrauner Farbe vor, hier und da auch Kalkschiefer, sowie dunkele Schieferthone, welche an die analogen Gesteine in den Schiefern von Athen erinnern, sehr häufig aber einen Glanz besitzen, wie er den Kalk- und Thonglimmerschiefern eigen ist. Rothbraune, blaugrüne und grünlichbraune sandige Mergel treten nur untergeordnet auf. Ganz besonders charakteristisch sind aber für die Schichten von Kara, speciell für die Mergel, noch Serpentingesteine, welche an etwa 50 verschiedenen Punkten des nördlichen Hymettos, an den meisten in nur geringer, an einigen auch in grösserer Ausdehnung, nachgewiesen werden konnten. Einige dieser Serpentine stehen mit noch ziemlich frischem Diallag-Gabbro in genetischem Zusammenhange; andere scheinen bei weiter vorgeschrittener Zersetzung Anlass zur Bildung der eigenthümlichen Eisenkalksteine und Kieselkalke gegeben zu haben.

Während der gelbe Mergelkalk unten gegen die Hymettosschiefer sehr scharf abschneidet, ist die Grenze gegen die Schiefer von Athen oft weniger deutlich. Die gelben Mergelkalke gehen nämlich nach oben sehr häufig in festere Kalkbänke über, die eine gelbe oder auch graue Farbe besitzen, und sich von den Kalkbänken in den Schiefern von Athen nicht unterscheiden. Besonders häufig aber schliessen die Mergelkalke von Kara in ihrer oberen Abtheilung grössere linsenförmige Kalkmassen ein, die entweder deutlich schieferig sind, wie die oft röthlich gefärbten Kalkschichten am Kopanas und Fuchsberg zwischen Kara und Kaesariani, oder ganz denselben Habitus besitzen, wie die klotzigen Lykabettoskalke, auch gleiche Verwitterung und gleiche Bergformen zeigen wie jene. So sind die Kalke des Guri Korakut (vergl. Profil 4), des Tschako, der Berge am Stawro, bei Liopesi und Koropi, sämmtlich Einlagerungen in den Schichten von Kara, petrographisch vom Lykabettoskalk kaum zu unterscheiden. Zuweilen sind einzelne Lagen auch deutlich grob-krystallinisch ausgebildet und verdienen dann als Marmor bezeichnet zu werden, wie z. B. ein Theil der Kalke am Fuchsberg.

Die schieferigen sowohl wie die klotzigen Kalke aus dieser Zone

— wir wollen sie der Einfachheit halber nach ihrem Auftreten am Guri Korakut[1] als »Korakutkalke« bezeichnen — umgürten, in der Form von gewöhnlich sehr ansehnlichen Vorhügeln, den Hymettos auf der West-, Nord- und Ostseite. Es muss daher seltsam erscheinen, dass selbst ein so sorgfältiger Beobachter wie Nasse diese Kalke und ihre Stellung zu den Hymettosschichten nicht erkannt hat.

Wegen der Ähnlichkeit der letzterwähnten Kalke mit dem Lykabettoskalk, des gelben Mergelkalkes von Kara mit dem Mergelkalk in der oberen Abtheilung der Schichten von Athen, sowie der dunkelen Mergel und der an Thonglimmerschiefer erinnernden Gesteine in der letzterwähnten Zone mit den analogen Gesteinen in den Schiefern von Athen möchte ich beide Schichtensysteme zu einer grösseren Gruppe zusammenfassen, welche also zunächst lediglich durch die durchaus ähnliche petrographische Beschaffenheit und durch die gleichförmige Lagerung ihrer Glieder zusammengehalten wird. Dabei muss ich allerdings betonen, dass Serpentine in den Schichten von Athen nicht beobachtet wurden, und dass andererseits grauwackenähnliche Sandsteinschichten, die in letzteren häufiger sind, in den Schichten von Kara ganz zurücktreten, wenngleich sie nicht vollständig fehlen.

Unter den Schichten von Kara, von ihnen mantelförmig umschlossen, erhebt sich das System des Hymettos, ein etwa in nord-südlicher Richtung lang ausgedehnter Sattel von Marmor und Glimmerschiefer. Allenthalben, wo die Grenze deutlich sichtbar war, und es sind dies zahllose Stellen längs des westlichen, nördlichen und östlichen Abhangs, liegen die Schichten von Kara gleichförmig über den fast immer steil aufgerichteten Hymettosgesteinen. Unter letzteren waltet der Marmor entschieden vor; Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer treten mehr zurück und erreichen nur auf der Westseite eine grössere Verbreitung.

Die Sattellinie entspricht im Allgemeinen dem Kamm des Gebirgszuges;[2] die tiefsten Schichten des Hymettos treten demzufolge auf dem Kamm zu Tage und liegen dort nahezu horizontal, werden aber allmählich immer mehr geneigt, je mehr sie sich dem Fuss des Gebirges nähern: am westlichen Abhang fallen die Schichten nach Westen, am östlichen Abhang nach Osten. An den Abhängen, von denen sich der

---

[1] Guri Korakut, albanesisch, zu deutsch Rabenstein.

[2] Bittner hebt in seiner Abhandlung »der geologische Bau von Attika u. s. w.« (Denkschriften der K. Akademie der Wiss., math.-naturw. Classe, XL, Wien 1880) auf S. 67 hervor, dass im Hymettos und vor Allem im Pentelikon geologisches und orographisches Streichen keineswegs übereinstimmen; für den Hymettos ist dies nicht zutreffend, aber im Pentelikon scheint es der Fall zu sein. Vergl. auch Neumayr l. c. p. 386 u. 389.

westliche ziemlich allmählich in die Attische Ebene senkt, während der östliche bei einer weit steileren Böschung (von durchschnittlich 30°) unvermittelt in die von Diluvial- und Tertiärablagerungen erfüllte weite Mesogia abfällt, treten über den tiefsten Hymettosschichten, dem Gipfelmarmor, die jüngeren Gebirgsglieder hervor. Diese sind namentlich am westlichen Abhange besonders deutlich entwickelt. Es folgen auf den mächtigen Gipfelmarmor zunächst Glimmerschiefer mit zahlreichen Marmoreinlagerungen; und auf diese dann ein weiterer mächtiger Marmorzug, der obere Marmor des Hymettos, dem in durchaus gleichförmiger Lagerung die Schichten von Kara sich anschliessen (vergl. Profil 3).

Dieser einfache Bau des Gebirges, der nirgends durch Verwerfungen von irgend welcher Bedeutung gestört erscheint, entspricht somit ganz der Auffassung von Gaudry, Bittner und Nasse; die von Fiedler und Russegger früher gemachten entgegenstehenden Angaben beruhen auf Beobachtungen localer Erscheinungen an einzelnen von Athen aus leichter zugänglichen Stellen, wo die Gebirgsschichten bei meist steilem Einfallen Faltungen und Überkippungen zeigen, die erst bei weiterer Untersuchung als solche zu erkennen sind. Auch die in den Fig. 5, 6 und 7 dargestellten Verhältnisse könnten, für sich betrachtet, leicht zu irrigen Ansichten führen; nach dem vorher Gesagten ist eine nähere Erläuterung derselben überflüssig.

Der Gipfelmarmor des Hymettos besitzt bei einer sehr feinkörnigen bis dichten Structur im Allgemeinen eine hellblaugraue oder weisse Farbe; dunklere Bänder parallel der Schichtung verleihen dem Gestein ein sehr charakteristisches Aussehen, so dass auch im verarbeiteten Zustande der Hymettische Marmor leicht wieder zu erkennen ist. Seine Mächtigkeit ist eine sehr beträchtliche; man kann sie in der tiefen Schlucht südlich von Kaesariani, Kakorhevma genannt, in dem tiefen Einschnitt zwischen Trachones und Koropi, der, nahezu senkrecht gegen den Gebirgskamm gerichtet, den nördlichen Hymettos, Trelowuni, von dem südlichen, dem Mawrowuni, trennt, auch am östlichen Abhang oberhalb Liopesi auf 1000—1500 Meter bestimmen.

Im Süden jenseits des tiefen Passes, in dem sogenannten kleinen Hymettos, treten unter dem weissgrauen Gipfelmarmor auch noch schwarze Marmore auf, nach denen offenbar der südliche Theil des Gebirges den Namen Mawrowuni (= schwarzer Berg) erhalten hat. Diese schwarzen Marmore, die aus Mangel an Zeit noch nicht näher untersucht werden konnten, erstrecken sich nach Süden bis zur Nymphengrotte, einer kleinen doppelkammerigen Tropfsteinhöhle, welche durch eine Reihe von alten Inschriften und Reliefs auch archaeologisches Interesse bietet, und stehen dort mit Kalkglimmerschiefer, der sich

bis nach Wari hin fortsetzt, in engster Beziehung. Der schwarze Marmor ist zuweilen sehr dicht und verdient dann eher die Bezeichnung Kalkstein; manche Varietäten sind dem bei Eleusis auftretenden schwarzen Kalke, der auf den Karten von Gaudry und Neumayr als gleichalterig mit dem Kalk des Aegaleos, also als oberer Kreidekalk, bezeichnet ist, täuschend ähnlich.[1]

Den unteren Marmor des Hymettos überlagert der Hymettosschiefer, eine Glimmerschieferzone, die auch in der Topographie des Gebirges recht scharf zum Ausdruck kommt. Aus der Ferne, schon von Athen aus, ist sie als ein breiter, bewaldeter Streifen zwischen den nur hier und da von niedrigem Gestrüpp bedeckten, meist nackten Marmorklippen des Hymettos erkennbar. Sie zieht sich von dem Kamm des Gebirges in der Gegend des Klosters Asteri allmählich bis zu der Diluvialebene in der Gegend von Kara herab, in dieser ganzen Erstreckung durch sanftere Bergformen vor dem vielfach zerklüfteten, schroff abfallenden Marmor ausgezeichnet. Auch der Aufenthalt an dem sonst so unwirthlichen, wasserarmen Hymettos wird wesentlich begünstigt durch das Vorhandensein der Glimmerschieferzone. Vielfach brechen frische Quellen aus ihr vor, deren Wasser zwar nach kurzem Laufe in dem lockeren Marmorschutt wieder versiegt, aber doch meist eine solche üppige Vegetation hervorruft, dass die Hirten mit ihren Heerden gern hier rasten und oft Monate lang im Winter verweilen. In alter Zeit gaben einige der Quellen frommen Männern Anlass zur Gründung stattlicher Klöster inmitten fruchtbarer Olivenhaine; Kaesariani, Asteri, Karyaes und Georgios sind die Namen dieser nun von den Mönchen verlassenen Wohnstätten. Nur Kaesariani hat sich noch als kleines Landgut erhalten; hier lässt noch die Umgebung der erquickenden Quelle die fleissige, sorgsame Hand der früheren Bewohner erkennen und erinnert an eine fern zurückliegende glücklichere Zeit. Von Asteri, Karyaes und Georgios sind nur noch Trümmer vorhanden, die den Hirten und ihren Heerden Schutz gegen die winterliche Kälte, den Arbeitern in den Steinbrüchen einen Zufluchtsort gegen die glühende Mittagssonne im Sommer gewähren.

Im südlichen Theil des Hymettos, da, wo nach dem Vorgange von Gaudry[2] auf der von Bittner und Neumayr veröffentlichten Übersichtskarte ein breiter, das Gebirge quer durchsetzender Schieferzug

---

[1] Ein antiker Steinbruch, etwa 1 Stunde südwestlich von Chasani, deutet darauf hin, dass ein Theil des schwarzen Marmors, vielleicht sogar der grössere Theil, der im alten Athen zu Bauwerken verwendet wurde, nicht wie die Archaeologen annehmen, von Eleusis, sondern von dem kleinen Hymettos stammt.

[2] Gaudry, animaux fossiles et géologie de l'Attique. Paris, 1862—67. — Geolog. Karte von Attika u. s. w.

eingezeichnet ist, entsprechend dem vorerwähnten tiefen Einschnitte, der den Trelowuni von dem Mawrowuni trennt, wurden nirgends Glimmerschiefer oder ähnliche Gesteine beobachtet. Nur die Terrainverhältnisse sind hier dadurch, dass der Gipfelmarmor in senkrecht abfallenden Wänden über den durch sanftere Bergformen ausgezeichneten schwarzen Marmor emporragt, so eigenartige, dass die Vermuthung, ein weicheres, leichter zerstörbares Gestein trete hier unter dem Marmor auf, für den aus der Ferne beobachtenden[1] und damals wohl noch nicht mit dem Bau des nördlichen Hymettos vertrauten Gaudry sehr nahe lag; eine aufmerksame Betrachtung des Schichtenfallens hätte ihm anderenfalls seinen Irrthum vor Augen führen müssen.[2]

Das Hauptgestein der Glimmerschieferzone ist ein Glimmerschiefer von vollkommen krystallinischem Aussehen, in welchem gewöhnlich der dunkele Glimmer den Quarz überwiegt. Häufig schliesst er körnigen Kalk in dünnen Lamellen und kleinen Linsen ein. Auch grössere Marmorlagen von linsenförmiger Gestalt, bald so wenig mächtig, dass ihre Auszeichnung auf der Karte, selbst bei dem Maassstab $^1/_{25000}$, nicht möglich ist, bald so gross, dass Steinbrüche in denselben angelegt werden können (wie z. B. an der Markoskapelle bei Kaesariani), durchschwärmen den Glimmerschiefer vielfach und häufen sich namentlich nördlich vom Kloster Asteri. Eine Abnahme in der Mächtigkeit der Glimmerschieferzone steht damit im engsten Zusammenhange.

Neben dem Glimmerschiefer, der zuweilen auch Quarz ausgeschieden enthält, in Form von Linsen und vielfach sich verästelnden Schnüren, sind auch Quarzitschiefer, im Ganzen aber von untergeordneter Bedeutung, zu finden. Besondere Aufmerksamkeit verdienen noch Gesteine, welche sich zwischen dem Kaesarianiberge und dem Kloster von Asteri zu dem vollkrystallinischen Glimmerschiefer an der oberen Grenze der Schieferzone gesellen, nämlich dunkele Thonschiefer und Thonglimmerschiefer. Sie besitzen an ihrer breitesten Stelle bei Kaesariani bei einem steilen Einfallen unter circa 80° eine Mächtigkeit von etwa 150 Meter und sind hier, ganz entsprechend der Beschreibung, welche bereits Bittner (l. c. p. 60) von dieser Fundstelle gegeben hat, graue, gelbliche und bläuliche, meist aber dunkelgefärbte Thonschiefer von theilweise holzartig faserigem Aussehen, die gern in

[1] Nach der Einzeichnung seiner Routen in der Karte zu urtheilen, hat Gaudry sich nur von Süden, von den Höhen des Mawrowuni, her einen Einblick in den Einschnitt verschafft, denselben aber nicht selbst betreten.

[2] Bittner (l. c. p. 61) hat seinen Weg durch den Einschnitt genommen, und, trotzdem er keinen Schiefer gesehen hatte, die Gaudry'sche Einzeichnung nicht zu corrigiren gewagt; er macht aber darauf aufmerksam, dass die Einzeichnung Gaudry's möglicherweise nicht correct sei.

griffelförmige Stücke zerfallen; nur untergeordnet sind eisenreiche Zwischenlagen, welche manchen Varietäten des Eisenglimmerschiefers nicht unähnlich sind. Auch Quarz enthalten die Thonschiefer hier und da in linsenförmigen Knauern eingeschlossen, und als Seltenheit dünne Calcitzwischenlagen. Auf der Schichtfläche ist häufig eine eigenthümliche Kräuselung bemerkbar, wie man sie in ähnlicher Weise an den palaeozoischen Schiefern unserer Gegenden beobachtet. Abgesehen von ihrer eigenthümlichen Ausbildung, welche sich so wesentlich von der der vollkrystallinischen Schiefer dieser Zone unterscheidet, erregen diese Thonschiefer noch ein besonderes Interesse dadurch, dass sie zuweilen auf ihren Schichtflächen kleine, von Brauneisen erfüllte, entfernt an Tentaculiten erinnernde, spitz kegelförmige Eindrücke zeigen, deren Deutung viele Schwierigkeiten darbietet. Reste unzweifelhaft organischen Ursprungs konnten nicht nachgewiesen werden.

Auch am Saumpfad nach Liopesi nördlich vom Kloster Asteri sind diese Thonglimmerschiefer, wenn auch weniger mächtig, so doch noch deutlich unter typischem Glimmerschiefer erkennbar; weiter nördlich wurden sie nicht mehr beobachtet.

An dem Pass, welchen der erwähnte Saumpfad überschreitet, setzt die Schieferzone, bei fortwährendem Wechsel des Streichens und vorwiegend steilem Einfallen stark gefaltet, auch in geringerer Mächtigkeit, auf den Ostabhang des Hymettos über. Hier wird durch mächtige Marmorzwischenlagen der Glimmerschiefer in mehrere Theile zersplittert; die nach Süden hin fortstreichenden keilen sich nach und nach aus, so dass von Liopesi an nach Süden bis weit über den tief eingeschnittenen Pass zwischen Chasani und Koropi der ganze östliche Abhang des Hymettos nur aus Marmor besteht, ohne irgend eine bemerkenswerthe Glimmerschieferzwischenlage. Während auch in nördlicher Richtung vom Pfad nach Liopesi der dem Ostabhang des Gebirges entsprechende Gegenflügel des Glimmerschieferzuges sich sehr bald auskeilt und nur wenige isolirte an Marmorzwischenlagen reiche Kalkglimmerschieferpartien zwischen dem Pass und dem nördlichen Abfall des Hymettos etwa das Niveau bezeichnen, welches der Glimmerschiefer bei vollkommen gleichbleibender, anhaltender Mächtigkeit einnehmen würde, setzt der andere Flügel, zunächst nur sehr wenig mächtig, bald wieder auf den Westabhang über und lässt sich dort bis zum Nordende des Hymettos, bis in die Nähe des Klosters Joannis Kynigos, verfolgen. In dieser ganzen Ausdehnung ist er aber weniger charakteristisch als in seinem südlichen Theile; namentlich stellen sich so viele zwischengreifende Lager von Marmor ein und nehmen allmählich an Mächtigkeit zu, dass man im Zweifel sein kann, ob man auf der Karte Glimmerschiefer oder Marmor auszeichnen soll. Beim Kloster

Joannis Kynigos tritt schliesslich der Glimmerschiefer ganz zurück. Man findet hier ebenso wie auf dem östlichen Gegenflügel nur Marmor mit wenigen isolirten linsenförmigen Einlagerungen von Kalkglimmerschiefer.

An dieser Stelle lässt sich demnach der obere Hymettosmarmor von dem unteren, von welchem er südlich von Kloster Asteri so leicht zu unterscheiden ist, nicht mehr trennen: es erscheint deshalb rathsam, den oberen und unteren Hymettosmarmor als »Hymettosmarmor« schlechthin zusammenzufassen und den Glimmerschieferzug als eine grosse im Norden mit dem Marmor in auskeilende Wechsellagerung tretende linsenförmige Einlagerung zu betrachten (vergl. auch Fig. 5, welche diese Deutung zulässt). Nur die etwas abweichende petrographische Ausbildung, die der obere Hymettosmarmor westlich vom Kloster Asteri zeigt, wo er am mächtigsten entwickelt ist, rechtfertigt seine besondere Betrachtung. Von Neumayr ist dieser letztgenannte Marmor mit den Kalken der Vorhügel des Hymettos vereinigt und als »oberer Marmor« mit dem Lykabettoskalk identificirt worden, was, wie bereits Nasse betonte und wie aus den hier auseinandergesetzten Lagerungsverhältnissen noch klarer hervorgeht, keinenfalls zulässig ist. Der obere Hymettosmarmor in der hier gemachten Beschränkung ist die Marmorzone zwischen den Schichten von Kara und dem Hymettosschiefer, welche sich vom Kloster Asteri aus in südlicher Richtung über den Kaesarianiberg bis in die Nähe des Landgutes Kara verfolgen lässt und von Asteri nach Süden hin immer mehr und mehr an Mächtigkeit abnimmt. In dieser ganzen Ausdehnung besitzt der Marmor eine sehr schöne blendend weisse Farbe, ist dabei sehr feinkörnig, nur selten deutlich geschichtet, wohl aber sehr stark zerklüftet und in parallelepipedische Stücke zertheilt die Hauptursache, weshalb er nicht so vielfach verarbeitet wird, wie der Gipfelmarmor, der in grossen Werksteinen bricht.

Von Asteri aus in nördlicher Richtung nimmt der »obere« Marmor ganz allmählich die Beschaffenheit des Gipfelmarmors an: anfänglich sind nur die oberen Lagen an der Grenze gegen die Schichten von Kara jenen ähnlich: dann beobachtet man im Thal oberhalb des Klosters Joannis Theologos deutlichere Übergänge; endlich ist ein wenig nördlich von der Stelle, wo der Hymettosschiefer in geringer Mächtigkeit und reich an Marmorzwischenlagen über den Kamm des Hymettos auf die westliche Seite setzt, der obere Marmor in seinem Aussehen von dem Gipfelmarmor nicht mehr zu unterscheiden. Er wird hier, in gleicher Weise wie der letztere, in Steinbrüchen gewonnen und wie dieser verarbeitet. Auch beginnen hier zwischen den Marmorschichten Kalkglimmerschieferlagen, die theils schon bald sich wieder auskeilen, theils schärfer hervortreten und dann das gleiche Verhalten zeigen wie der vorher erwähnte

Schieferzug in diesem Theile des Gebirges. Ebensowenig wie hier ist auch auf der Nord- und Ostseite des Hymettos eine petrographische Unterscheidung des unteren und oberen Hymettosmarmor durchführbar.

Noch einer grösseren Linse von Kalkglimmerschiefer muss hier Erwähnung gethan werden, welche sich in der Nähe des verfallenen Klosters Joannis Theologos zwischen dem gelben Mergelkalke von Kara und dem oberen Marmor einschiebt. Sie ist namentlich am Abhang des Guri Korakut recht gut entblösst (vergl. Fig. 4) und zeigt hier und in den Gräben westlich von den Ruinen des Klosters eine ganz ähnliche Entwickelung wie der bereits erwähnte Kalkglimmerschiefer in der tieferen Region. Sie hat mit dem Hymettosschiefer vor Allem auch das reichliche Auftreten von Serpentin gemein, welcher, im Ganzen sehr reich an Chromeisenerz, bald in grösseren zusammenhängenden Massen, bald in kleineren Kuppen und linsenförmigen Einlagerungen sich findet. Von dem Serpentin in den Schichten von Kara scheint er verschieden zu sein. Ein Zusammenhang mit Gabbroähnlichen Gesteinen konnte wenigstens nicht nachgewiesen werden; doch ist eine genauere Untersuchung noch nicht zum Abschlusse gelangt. Am Kloster Joannis Theologos, in der jüngsten Kalkglimmerschieferzone, wurden 5, in den älteren Hymettosschiefern im Ganzen 22 von einander getrennte Serpentinvorkommen nachgewiesen. Aber auch im Hymettosmarmor liegt am östlichen Abhang in der Richtung von Kara auf Koropi an zwei nahe aneinander liegenden Stellen Serpentin; offenbar jedoch setzte der starre Marmor dem Empordringen der Serpentinmassen weit mehr Widerstand entgegen, als der weichere nachgiebige Glimmerschiefer, und letzterer immer noch mehr als der noch weichere Schiefer von Kara, in welchem, wie oben erwähnt wurde, an 50 verschiedene Serpentinvorkommen, trotz seiner geringeren horizontalen Verbreitung, aufgefunden wurden.

Während die Zugehörigkeit der Schichten von Kara und von Athen zur Kreideformation wegen verschiedener Reste von Petrefacten, welche in dem ihnen gleichförmig aufgelagerten Lykabettoskalke aufgefunden und als Kreidefossilien erkannt wurden, kaum zweifelhaft erscheint, wenn auch eine genauere Bestimmung ihres Alters noch nicht gelungen ist, lässt sich für die Schichten des Hymettos wegen ihres durchaus abweichenden petrographischen Charakters und gänzlichen Mangels an irgenwelchen deutlich erkennbaren Organismen noch keine Altersbestimmung vornehmen. Wichtig für die letzterwähnten Schichten ist nur, dass sie durchaus gleichförmig die Schichten von Kara unterteufen, dass in ihnen neben vollkrystallinisch ausgebildeten Glimmerschiefern und Marmoren auch untergeordnet Thonschiefer-

ähnliche Gesteine auftreten, die in ihrem Habitus an Thonschiefer älterer Formationen erinnern, auch dass in undeutlichen noch zweifelhaften Gebilden in Marmorschichten, welche bei Kaesariani jene Thonschiefer gleichförmig überlagern, von Bittner und Neumayr Korallen gesehen werden, die für das cretaceische Alter des ganzen Schichtencomplexes beweisend sein sollen.

Eine mehrtägige Durchstreifung des Gebietes zwischen dem Nordende des Hymettos und dem Pentelikon einerseits, dem Landgut Pikermi und Kephisia andererseits, ergab nur rücksichtlich des Vorhandenseins der auf der »Tektonischen Übersichtskarte etc.« von Bittner, Neumayr etc.[1] angegebenen Bruchlinie zwischen Hymettos und Pentelikon ein negatives Resultat. Auch die Lagerungsverhältnisse im Gebiet des Turkowuni, am Nordabfall des Hymettos und am Südabhang des Pentelikon sind derart, das die Betrachtungen Neumayr's über die tektonischen Beziehungen der genannten Gebirge[2] unhaltbar werden. Dagegen erhält man Aufschluss über die Stellung des Glimmerschiefers und des Marmors des Pentelikon zu den Schichten des Hymettos. Ein Profil (Fig. 8), welches am Nordende des Hymettos am Kloster Joannis Kynigos über den Kreuzungspunkt der Strassen von Athen nach Marathon und nach Laurion (Stawro) in nordnordöstlicher Richtung bis zum Kloster Penteli gelegt wird, in dieser ganzen Ausdehnung nahezu senkrecht zu dem Streichen der Schichten,[3] wird die Verhältnisse am besten erläutern. Auf den Hymettosmarmor legen sich am Kloster Joannis Kynigos die Schichten von Kara mit vereinzelten Serpentinstöcken und einer ansehnlichen Einlagerung von Korakutkalk, um nördlich von dem Strassenkreuz unter den Diluvialconglomeraten und Tertiärschichten, welche die weite Ebene zwischen Hymettos und Pentelikon erfüllen, zu verschwinden. Nur an vereinzelten Hügeln in der Ebene tritt aus den jüngeren Schichten der Korakutkalk in typischer Ausbildung hervor; in zusammenhängendem Zuge erst wieder nordwestlich von dem Gute Galibo am Fuss des Pentelikon. Dann aber folgen in ganz normaler Entwickelung unter dem Korakutkalke die Mergel von Kara, reich an Einlagerungen von Eisenkalkstein, unter diesen die blaugrauen, deutlich gebänderten und geschichteten Hymettosmarmore, und unter letzteren, in durchaus gleichförmiger Lagerung, wieder Glimmerschiefer und Kalkglimmer-

[1] In dem oben citirten Werke von Neumayr.

[2] L. c. p. 398; vergl. auch Bittner, l. c. p. 71.

[3] Erst vom Kloster Penteli an nordwärts lenken die Schichten allmählich in ein nordöstliches Streichen ein, wie es Neumayr auf der tektonischen Übersichtskarte und im Texte angibt.

schiefer. welche das Hangende von typischem Pentelikonmarmor sind. Der letztere unterscheidet sich bekanntlich durch seine blendend weisse Farbe, sein etwas gröberes, gegenüber dem Parischen Marmor aber noch feines Korn, und durch häufigen Glimmergehalt leicht von dem Hymettosmarmor. In ähnlicher Weise, wie der letztere, zeigt er eine mannigfache Wechsellagerung mit Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer. Gerade aus diesem Grunde muss es zunächst noch unentschieden bleiben, ob der zwischen dem Hymettosmarmor und der obersten Lage des Pentelikonmarmors liegende Glimmerschieferzug zu den Hymettos- oder den Pentelikonschichten gerechnet werden muss.

Aus diesen, im Profil 8 zur Anschauung gebrachten Lagerungsverhältnissen geht mit Bestimmtheit hervor, dass die Pentelikonschichten älter sind als die Hymettosschichten, ein Resultat, das auch in technischer Beziehung nicht ganz ohne Bedeutung sein dürfte.

Die erzreichen Schichten in Laurion nämlich entsprechen allem Anschein nach den Hymettosschichten, insbesondere ähnelt der Marmor vom Velaturiberg bei Thoricos, wo er auch im Eisenbahneinschnitt sehr deutlich entblösst wurde, dem Hymettischen Marmor in auffallender Weise. Nur scheinen in Laurion die einzelnen mit dem Marmor in Wechsellagerung tretenden Schieferschichten, an deren Grenzflächen bekanntlich reiche Erze auftreten, und die vielfach von Erzgängen durchsetzt sind, viel constanter zu sein als im Hymettos. Auch sind im letzteren Gebirge bis jetzt an dem Contact von Marmor und Schiefer noch keine Erze von irgend welcher Bedeutung gefunden worden, obschon es an Versuchen nicht gefehlt hat. Nur eines Erzganges im Marmor auf der Ostseite, ganz nahe der Grenze gegen die Mergelkalke von Kara, etwa in der Mitte zwischen Liopesi und Stawro, muss ich noch Erwähnung thun. Der Gang streicht in h. $2^3/_4$, fällt mit 70 bis 80° gegen O., ist etwa 1 bis $1^1/_2$ Meter mächtig und führt vorwiegend Galmei. Auch Bleiglanz und Zinkblende sollen auf ihm einbrechen, doch war an der Halde des Versuchsbaues nichts von diesen Mineralien zu bemerken.

Auch die Schichten von Kara kommen in Laurion noch recht typisch entwickelt vor; sie werden am Cap Sunion in der Nähe des berühmten Athenetempels in grösserer Ausdehnung, dann am Velaturiberge bei Thorikos, dessen Basis aus Hymettosmarmor besteht, beobachtet und finden sich ausserdem bei Keratea und Markopulo unter Verhältnissen, die es wahrscheinlich machen, dass die östlich von Markopulo liegenden Kalke wohl zu den Korakutkalken zu stellen sind. Von Markopulo endlich scheinen die Schichten von Kara längs der Südgrenze der weiten von Diluvialconglomeraten bedeckten Mesogia

in ununterbrochenem Zuge bis nach Koropi an den Ostfuss des Hymettos sich fortzusetzen.

Es geht aus diesen Angaben zur Genüge hervor, dass die geologische Karte von Attika, wie sie Gaudry entworfen hat, und wie sie ohne eine wesentliche Änderung von Bittner und Neumayr acceptirt worden ist, kein sehr treues Bild von den thatsächlichen Verhältnissen gibt und nach vielen Richtungen gar sehr der Verbesserung oder Umarbeitung bedarf.

Fasst man noch einmal kurz die Hauptresultate der vorjährigen Untersuchung zusammen, so ergibt sich etwa das Folgende:

1. Die metamorphischen Schichten in Attika besitzen eine viel geringere Ausdehnung als man nach den Untersuchungen von Gaudry, Bittner und Neumayr vermuthen sollte.

2. Die Kalke der Hügel von Athen, die Schiefer von Athen sowie die Kalke und Schiefer der Vorhügel des Hymettos sind unzweifelhaft sedimentäre Schichten, welche der Kreideformation nicht zuzurechnen zunächst kein zwingender Grund vorliegt. Es würden, wenn die Bestimmung der Kalke des Aegaleos als »Oberer Kalk der Cretacischen Bildungen« ausser allem Zweifel steht, die Kalke der Hügel bei Athen dem oberen Kreidekalk und die Schiefer von Athen und die Schichten der Hymettosvorhügel etwa den im übrigen festländischen Griechenland unter dem oberen Kreidekalk folgenden Macignoschichten und älteren Kreidekalken entsprechen können.

3. Unter diesen Schichten tritt das System des Hymettos als eine obere Abtheilung der metamorphischen Schiefer von Attika, in durchaus gleichförmiger Lagerung, hervor. Die Hymettosschichten bestehen vorherrschend aus Marmor, in welchem Kalkglimmerschiefer, Glimmerschiefer und Thonschiefer linsenförmige Einlagerungen bilden; ihre Mächtigkeit mag etwa 3000 Meter betragen.

4. Die Pentelikonschichten nehmen ihre Stelle unter den Hymettosschichten ein und entsprechen somit einer unteren Abtheilung der metamorphischen oder krystallinischen Schiefer Attikas, in welcher weisse zuckerkörnige Marmore mit Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer wechsellagern. Ihre Mächtigkeit lässt sich zur Zeit selbst noch nicht annähernd bestimmen.

5. Serpentine finden sich hauptsächlich in zwei Niveaus; erstens in den weicheren Schichten der Vorhügel des Hymettos, wo sie mit Gabbros in Zusammenhang stehen, und zweitens in der tieferen Glimmerschieferregion, in welcher sie reich an Chromeisenerz sind.

6. Die erzführenden Schichten von Laurion entsprechen allem Anschein nach den Hymettosschichten; ein Auftreten der Pentelikonschichten in Laurion ist bis jetzt mit Sicherheit noch nicht bekannt.

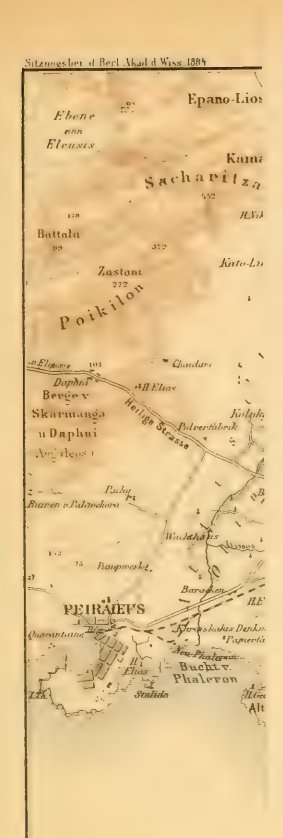
Eine fernere Reihe von wichtigen Resultaten wird durch die Entscheidung der folgenden Fragen herbeigeführt werden, mit welchen die weitere geologische Untersuchung in Attika sich zunächst zu beschäftigen haben wird:

1. Sind im südlichen Hymettos der schwarze Marmor und die mit ihm in Verbindung stehenden Kalkschiefer bei Wari älter als der Gipfelmarmor des Hymettos oder entsprechen sie nur einer anderen Ausbildung der gleichen Schichten, und welche Stellung nehmen sie im ersten Falle zu den Pentelikonschichten ein?

2. Lässt sich der Hymettosmarmor rings um das Pentelikon verfolgen, oder geht er an einzelnen Stellen in anders ausgebildete Schichten über?

3. Geht der Korakutkalk am Stawro und am Pentelikon vielleicht im Streichen in den Lykabettoskalk des Turkowuni über dadurch, dass sich die oberen Mergelkalke von Kara und die Schiefer von Athen auskeilen, und wie verhält sich zu jenen Kalken der Kalkzug zwischen Kephisia und Stamata-Wrana, den Nasse mit dem Lykabettoskalk identificiren möchte?

4. Stehen die Schichten von Kara, wie sie am östlichen Abhang des Hymettos bei Liopesi und Koropi beobachtet werden, in nachweisbarem Zusammenhang mit den analog entwickelten Schichten bei Markopulo, Keratea und Thoricos?



KART

der Umgege

ATHE

Maassstab 1:150

1000 0 1000 2000 3000

Die eingeschriebenen Zahlen geben die H
spiegel in Meter an; die mit den Zahlen
beziehen sich auf die beigefügten Profil

H. Bücking: Lagerungsverhältnisse der älteren





Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1884.
Taf. XI.
KARTE
der Umgegend von
ATHEN
Maassstab 1:150000.
1000 2000 3000 4000 5000 6000 Meter.
Die eingeschriebenen Zahlen geben die Höhen über dem Meeresspiegel in Meter an, die mit den Zahlen 1-8 bezeichneten Linien beziehen sich auf die beigefügten Profile.
Berliner lithogr. Institut
H. Bücking: Lagerungsverhältnisse der älteren Schichten in Attika.
Menidi (Acharnä)
Epano-Liossia
Ebene von Eleusis
Kamateró
Sacharitza
Battala
Zastani
Poikilon
Kato-Liossia
Pyrgos
Kukuwaones
Arakli
Kephisos
Kepaisia
Pentelikon
Marusi
Kloster Penteli
Kupho
Chalandri
Galibo
Patisia
Gypseli
Turko Wuni
Jeraka
Charwati
Tschako
Ambelokipi
ATHEN
Kolonos
Heilige Strasse
Berge v. Skaramanga u. Daphni (Aegaleos)
Akropolis
Philopappos
Museion
PEIRAIEUS
Buch t v. Phaleron
Alt-Phaleron
Kopanas
Brahami
Kara
Fuchsberg
Käsariani
Liopesi
Kodrezeze
Tigani
Zeze
H y m e t t o s
Koropi
Christos
Mauro Wuni
Kodras
Chiappa
Drisi
Kleiner Hymettos
Nymphen Grotte
Trachones
Chasani
Salzlache
Trinda
Wari
Golf v. Wari
C. Kawura
C. Zoster
Katramonison
Punta
Mesogia-Ebene

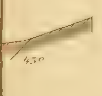


Lykubett

alk

skapelle u

nd Höhen



auchung de

n unteren M

O.

Marmo

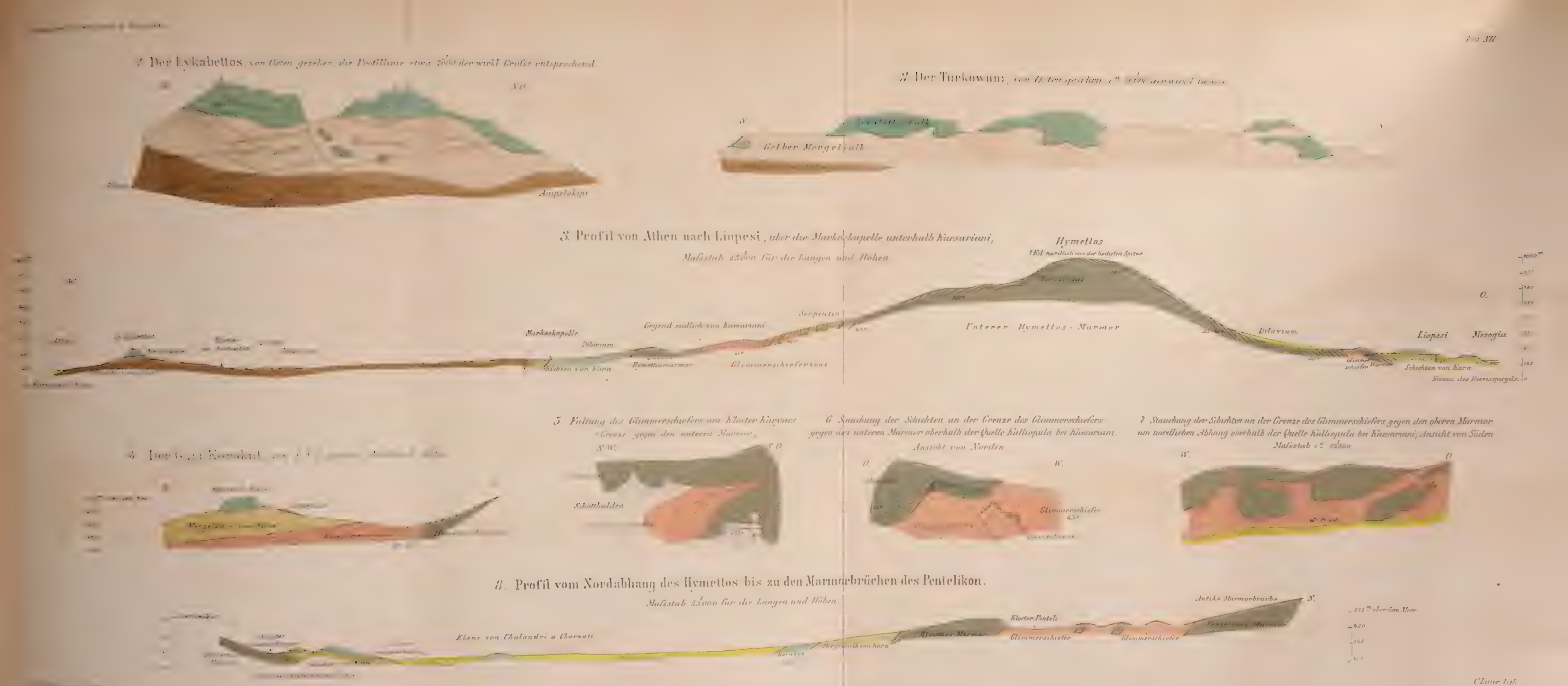
15°

rbrüchet

kalk von Kara

Schicht





Taf. XII
1. Der Lykabettos, von Osten gesehen, die Profillinie etwa 1/5000 der wirkl. Größe entsprechend.
N.O.
Ampelokipi
2. Der Turkowuni, von Osten gesehen
Gelber Mergelkalk
3. Profil von Athen nach Liopesi, über die Markoskapelle unterhalb Kaesariani,
Maßstab 1/25000 für die Längen und Höhen
Hymettos
1 Kil. nördlich von der höchsten Spitze
Unterer Hymettos-Marmor
Serpentin
Gegend südlich von Kaesariani
Markoskapelle
Diluvium
Schichten von Kara
Hymettosmarmor
Glimmerschieferzone
Liopesi
Mesogia
O.
Schichten von Kara
Niveau des Meeresspiegels
4. Der Kordalí
5. Faltung des Glimmerschiefers am Kloster Kariaes (Grenze gegen den unteren Marmor)
N.W.
S.O.
Schutthalden
6. Stauchung der Schichten an der Grenze des Glimmerschiefers gegen den unteren Marmor oberhalb der Quelle Kalliopula bei Kaesariani.
Ansicht von Norden
O.
W.
Glimmerschiefer
7. Stauchung der Schichten an der Grenze des Glimmerschiefers gegen den oberen Marmor am nördlichen Abhang oberhalb der Quelle Kalliopula bei Kaesariani, Ansicht von Süden
Maßstab c? 1/2500
W.
O.
8. Profil vom Nordabhang des Hymettos bis zu den Marmorbrüchen des Pentelikon.
Maßstab 1/25000 für die Längen und Höhen.
Ebene von Chalandri u. Charvati
Antike Marmorbrüche
N.
Kloster Penteli
Hymettos-Marmor
Glimmerschiefer
Glimmerschiefer
Pentelikon-Marmor
Mergelkalk von Kara
575 m über dem Meer
C. Laue lith.
H. Bücking: Die Lagerungsverhältnisse der älteren Schichten in Attika



Zu den Caesares des Aurelius Victor.

Von Th. Mommsen.

(Vorgetragen am 24. Juli [s. oben S. 853].)

Der Abriss der Kaisergeschichte des Sex. Aurelius Victor, bei aller Kürze, Flüchtigkeit und Phrasenhaftigkeit immer eine der relativ besten Quellen für diese leider vielfach fast quellenlose Epoche, war lange Zeit nur bekannt durch die Ausgabe des Andreas Schott. Es war schon etwas gewonnen, als ich vor einigen Decennien in Brüssel die Handschrift des Theodor Pulmann wieder auffand, aus der Schotts Ausgabe geflossen war; indess konnten daraus begreiflicherweise nur theils einige Schreib- und Druckfehler der Schottschen Ausgabe berichtigt, theils manche von Schott stillschweigend vorgenommene Abänderung als solche erkannt werden. Jetzt ist bessere Hülfe gefunden. Ein junger hiesiger Gelehrter, Hr. Arthur Cohn, hat in der Bodleiana in Oxford eine zweite Handschrift aufgefunden, welche der von Schott benutzten mindestens gleichwerthig ist und die Textgestaltung der Schrift auf ein neues und wesentlich sichreres Fundament stellt, und hat die Varianten derselben für die Caesares kürzlich veröffentlicht.[1]

Die Papierhandschrift Canonici Lat. 131, einst dem Cardinal Bessarion (gest. 1472) gehörig, enthält, ausser der lateinischen Übersetzung von Xenophons Memorabilien, das aus der *origo gentis Romanae*, den *viri illustres* und den *Caesares* des Victor bestehende Corpus, geschrieben nach Wattenbachs Urtheil in der ersten Hälfte des 14., nach Vogts im 15. Jahrhundert, nach den Schreibungen *Ottarianus*, *Alesander*, *Alesandria*, *Massentius*, *iuxis* (statt *iussis* 39, 39) zu schliessen, von einem Italiener. Unzweifelhaft sind sie und die Brüsseler, welche dem Ende des 15. Jahrhunderts angehört, aus einer und derselben verhältnissmässig alten Handschrift abgeschrieben. Sie füllt verschiedene zum Theil aus ganzen Sätzen bestehende Lücken der Pulmannschen Handschrift aus und ist im Ganzen vollständiger als diese, da sie nicht ohne Sorgfalt mit der Vorlage collationirt ist; doch fehlt es auch

[1] Arthur Cohn *quibus ex fontibus S. Aurelii Victoris et libri de Caesaribus et Epitomes undecim capita priora fluxerint. Accedunt variae lectiones codicis Bodleiani adhuc ignoti.* Berlin, Ad. Cohn. 1884. Die Nummer der Handschrift, welche hier nicht angegeben ist, hat Hr. Haverfield in Oxford die Gefälligkeit gehabt mir mitzutheilen.

nicht an Stellen, wo die Brüsseler Handschrift ihr gegenüber das Richtige bewahrt hat.[1] Wie eng beide zusammenstimmen, beweist ausser zahlreichen beiden Handschriften gemeinsamen Corruptelen, die gleiche Lücke 34, 7, wo der Bodleianus am Rande vermerkt: *hic videtur (h' vi') defectus in exemplari.* — Dieses einfache Verhältniss zum Theil verkennend, hat Hr. Cohn die Vermuthung aufgestellt, dass Schott zwar nicht unsere Handschrift, aber doch ausser der Pulmannschen noch andere handschriftliche Hülfsmittel benutzt und diesen wenigstens einen Theil derjenigen Verbesserungen entnommen hat, welche er vorschlägt und die jetzt in dem Bodleianus sich wiederfinden. Aber dies ist irrig. Wo Schott die Lesung seiner Handschrift mittheilt und diese dann durch Conjectur verbessert, wird diese zwar häufig durch die Oxforder Handschrift bestätigt — der Verfasser stellt die Fälle S. 74 zusammen —, aber es ist keine unter diesen Verbesserungen, die ein verständiger Mann nicht füglich hätte finden können, und für den an sich unwahrscheinlichen Verdacht, dass ein Theil dieser Conjecturen aus einer Handschrift stamme, findet sich kein genügender Anhalt. Denn es ist zwar ein wunderlicher Zufall, dass 17, 7, wo die Pulmannsche Handschrift hat: *incestam mentem pravamque putant*, Schott conjicirt: *incertam mentem pronamque putant*, und nun durch den Bodl. *pronamque* bestätigt wird, *incestam* dagegen sich als richtig erweist und zugleich der Ausfall einer Reihe von Worten vor *putant* zum Vorschein kommt; aber doch sicher nicht mehr als Zufall, da Schotts Unbekanntschaft mit dem richtigen Text deutlich erhellt. — Es ist richtig, dass in zahlreichen Fällen, wo Schott seinen Text giebt ohne eine verschiedene handschriftliche Lesung dabei zu verzeichnen, und in einigen, wo er ausdrücklich die handschriftliche Lesung angiebt, die Pulmannsche Handschrift eine abweichende Lesung hat; aber es ist nicht eine einzige unter diesen Abweichungen, die nicht entweder auf Schreibfehler oder auf stillschweigende Besserung zurückgeführt werden könnte. Dass Schott nicht die Pulmannsche Handschrift selbst in die Druckerei geschickt hat, sondern eine von ihm oder wahrscheinlicher von einem Schreiber für ihn genommene Abschrift derselben, wird dadurch ausser Zweifel gestellt, dass die Beischrift *fere iam*, die Schott 3, 1 in seiner Vorlage fand, in der Brüsseler Handschrift nicht steht; wenn ihm während seiner Bearbeitung nur diese Abschrift vorlag, so kann es nicht befremden selbst in den von Schott ausdrücklich auf seine Handschrift zurückgeführten Lesungen verschiedenen Irrthümern zu begegnen, von

[1] So fehlt in O 26, 5 *vulgo caeduntur per*, 35, 4 *princeps*, 39, 30 *sunt*. Falsche Lesungen gegenüber P erscheinen in O zahlreich. Auch fehlt es nicht an Stellen wie 9, 13 und 40, 9, wo die richtige Lesung in beiden Handschriften divergirend corrumpirt ist.

denen die Brüsseler Handschrift frei ist. Der Verf. hat S. 81. 82 eine Anzahl Belege dafür zusammengestellt, zum Beispiel:

4, 2 *drysularum* Schotts Handschrift: *drysudarum* P, *drysadarum* O.
16, 9* *tantumque in arte* Schotts Handschrift: *tantumque marco* PO.
17, 5* *peruidens* Schotts Handschrift: *peruigens* PO.
38, 1* *habitu* Schotts Handschrift: *habitu induitur* PO.
38, 2 '*mesopotaniam*' *perpetuo per n scribit vetus codex* Schott: *mesepotamiam* P, *mesopotamiam* O.
40, 1 *in quae* Schotts Handschrift: *iniquae* PO.
42, 12* *scenicum* Schotts Handschrift: *s(a)euiciam* PO.

Auch ist es nur in der Ordnung, dass auch diesen Fehlern gegenüber nicht selten — zum Beispiel in den mit * bezeichneten Stellen — Schott durch Vermuthung das Richtige gefunden hat. Was kann einfacher sein als Schotts Bemerkung zu 38, 1: *omissum forte* '*induitur*' *vel simile: mutila alioqui oratio.* In einem Fall — 40, 1 *in quae* statt *iniquae* — scheint die Verbesserung sogar nicht von Schott, sondern schon von seinem Abschreiber herzurühren; oder es hat hier der Zufall einmal das Richtige an die Stelle des Fehlers gesetzt. Wer unbefangen prüft, wird zu dem Ergebniss kommen, dass jede Abweichung Schotts von der Brüsseler Handschrift entweder auf Versehen oder auf Vermuthung zurückgeht, seine Ausgabe also jetzt für die Kritik entbehrlich geworden ist.

Ich gebe nun die beachtenswertheren Lesungen der Oxforder Handschrift (O). Wo die gedruckte Collation zu Zweifeln Anlass gab, habe ich durch Hrn. Cohns freundliche Auskunft diese Zweifel heben können. Wo zwei Lesungen angegeben sind, steht vor der Klammer die von P, hinter der Klammer die von O; wo nur eine Lesung gegeben wird, ist es die nach meiner Meinung bei Victor herzustellende, der die Varianten eingefügt sind. P bezeichnet die Pulmannsche Handschrift. Die mit * bezeichneten Lesungen sind bereits durch Conjectur älterer Gelehrten gefunden, die mit ** gegen P von Schott stillschweigend in den Text gesetzt.

1, 1* *patriam] partium*
1, 5 *cum . . . religionibus mire attineretur* (*retineretur* P)
2, 1* *obtinebat] abnuebat*
bonis initiis deinde (*idem* P) *perniciosus*
atrocius puniens insontes noxios (*noxios* fehlt P), bestätigt durch Ep. 2, 9: *cum . . . insontes noxios . . . puniret*
2, 3* *solitis] solutis*
2, 4 *proruperant. Simul Marobodus callide circumventus. Neque minus contractas praetorias, quae dispersae* (*dispersas* O) . . . *habebantur . . . in castra apud urbem redegit.* Die Worte *simul* — *contractas* fehlen in P.
3, 3 *quos vario* (*vario* fehlt bei Schott, steht in PO) *Tiberius exitio*

8 *recens*, nicht *veteris* hat O.

9* *exercuit*] *exeruit*

16 *forte Vimius* (*unius* P) *ortus Epiri centurio* (*cent.* OP, fehlt bei Schott) *e cohortibus*

18 *mittunt ocius*, *si valerent* (*si val.* fehlt P) *ausum comprimere*

4, 2 *Musulamiorum* (*musalamiorum* P falsch)

3 *quam Caligula invexerat* (*induxerat* P)

6 *peti a se petitos criminatur* OP; wohl für *peti se a se pet. cr.*

10 *sceleribus cohibentes* O wie wohl auch P; zu schreiben ist *conniventes*

11 *marito* (*merito* O, fehlt P) *Ostiam profecto*

13** *idcircoque* (*idcirco* P)

15** *tetrum*] *ceterum*

5, 4 *quempiam* (*quemquam* P)

10 weicht nur ab in *extenis* — *humani* — *agit* (für *agens*)

7, 2 *sibimet* (so OP, *sibi* Schott)

8, 3** *competere*] *comperere*

5** *non capitolio*] *cum Capitolio*

8** *summe rectori*] *summo rectori*

sin aliter (*autem* P), *vitae proposito inmensum regrediente* (*inm. pregrediente* O, *in inm. progrediente* P) *elegantiae saltem* (*satis* P) *atque auctoritatis sumat eruditionem*

9, 3 *coarguens* (*arguens* P)

6 *infirmus* (*infirmius* P)

7 *seu* (*ac* P, vielleicht *ceu*) *forum*

8 *qua vis Romanorum* (*ius romanum* P) *est*

13 *fecere nomen plerique potentia vacuum insolensque* (*insolens per* P) *miseris* (*miserias* P, *misericors* O)

10, 2* *dum*] *cum*

3 *coniuravissent* (so OP, *conspirassent* Schott)

5* *profecto*] *perfecto*

11, 2 *maiorum* (*maior* P) *libidinum flagitio*

4 *multaque operum* (*opera* P)

6 *quispiamne* (*quisquamne* P)

13 *ac* (*at* P) *mihi*

12, 2 *nisi a robustioribus* (*a superioribus robustioribusque* P) *corpore animoque*

aedes Minervae magnificentior (*eminentior* P)

13, 1 *atque etiam* (*etiam* fehlt P) *consulari loco* (*loca* O)

3 *domitis in provinciam Dacorum pileatis satisque* (*sacisque* P, vielleicht *aliisque*) *nationibus*

ac sardonios auch O; vielleicht ist der Text lückenhaft: *ac Sar*[*mizegetusa*] . . . . *donios*

5 *a Domitiano coepta* (*cepta* O, *caepta* P) *forum* (*fora* P) *atque* (*aut* O) *alia multa*

7 *adeo* (fehlt P) *boni malive* (*malique* P)

14, 2 *Graecorum modo* (*more* P)

15, 1 *conmaculavit* (*maculavit* P)

16, 9 *morbo* (fehlt P) *consumptum*

philosophorum turba (*t.* fehlt bei Schott) *obtestantium circumfunderetur, ne* (*nisi* P, *ne se* Schott) *expeditioni aut pugnae se* (*se* OP, fehlt bei Schott) *prius committeret quam sectarum ardua ac perocculta* (so OP, *ardua et occulta* Schott) *explanavisset*

11* *sollemni remoto* (*remoti* P)

12 *multaeque* (*multae* P)

17, 3 *moenia Romae* (*romana* P) *potentia vix digna*

* *feroque* (*fero* P)

4 *uti* (*ut* P)

cum ipse ferro (*fero* P), *obiecti mucronibus* (*obiectim ucronibus* O, *obiectum ucronibus* P) *plumbeis uterentur* (*uteretur* OP)

5* *pervigens* (so OP, *pervidens* Schott)

7 *ipsique satellites, dum incestam mentem pronamque* (*pravamque* P) *in saevitiam cavent, a quibus eorum potentia sustentatur* (*potentiam sustentantur* O) *quoquo modo subruere tutius putant.* In P fehlt *in — tutius*

* *tertio* (*texto* P)

10 *appellavere* fehlt OP.

19, 4 *apud Palatium prone* (so P und Schott aus Conjectur; vergl. *vita Pert.* 11, 13: *cubiculum milites inrupisse atque illic circa lectum fugientem Pertinacem occidisse; prome* O und Schotts Handschrift) *obtruncavere*

20, 5 *tenui atque* (*tenuique* P) *indocto patre*

6 *quae* (*quo* P) *fato* (*facto* O) *quodam bonorum partu* (*parte* OP) *fecunda, quos eduxerit* (so OP) *tamen, quemque ad sua celsos* (*celsa suos* P) *habet*

struentes (P, *struente* O, *adstruentes* Schott)

9 *niteretur* (*nitebatur* P)

10 *et* (so OP, *ac* Schott) *cognomento*

12* *increpent* (*increpuit* P)

ac perdendos (*perdendum* P) *cives*

18 *Britanniam quoad* (*quae ad* P) *ea utilis erat*

23 *complexus* (*amplexus* P) *est*

retentaverit (*retentauit* P, *temptauerit* O)

25* *reorum modo* (so O, *eorum more* P)

28 *dehinc* (*deinde* P)

30* *addiderit* (so OP, *addiderat* Schott)
33 *illo temporis* (so OP, *tempore* Schott)
21, 1 *plebem* (*urbem* P) *Romanam adficiens* (*adiciens* OP)
4 *accessu viae* (*viae et* O) *novae*
5 *apud Edessam* (*a. e.* OP, fehlt bei Schott) *anno*
22, 1 *eiusdemque* (*eiusque* P)
appellantur (*appellatur* P)
23, 1 *in palatii penetralibus altaria* (*palatia* P) *constituit*
2* *Opilii* (*pompilii* P) *nece*
24, 1 *Arce* (*arthe* O, *archa* P) *nomen est*
3 *datum est* (*est* fehlt bei Schott)
4* *cui* (*in* P) *vocabulum Sicilia* (so OP)
9* *ac barbariae* (*barbarae* P) *multi* O.
26, 1 *quis biennium summae* (*summe* OP, *summis* Schott) *potitis* (*potitus* O)
Antonius (*anthonius* O, *antoninus* P) *Gordianus*
3 *inaniter* (*inane* P)
4 *illum quidem* (*quoque* P) *destinatum neci*
filii (*liberi* P) *quoque exitum*
5* *reliquique* (*reliqui per* O) *iudices* (*indices* P) *vulgo caeduntur per* (*v. c. p.* fehlt O) *praetorias cohortes* (*coh. pr.* O)
27, 7 *Romam induxerat* (*inuexerat* P)
28, 2 *mea* (*nostra* P) *quoque aetate*
3 *denuntiatum ferunt* (so OP, *f.* fehlt bei Schott)
6* *pro meritorio* (*merito* P)
9* *sint* (*sunt* P)
29, 1 *at* (*t* P) *Decius*
2 *inopinato deferuntur* (*feruntur* P)
31. 2* *maioris* (*maiore* P)
3 *uti* (*ut* P) *solet*
32, 1 *mos etiamtum* (*tum etiam* P) *erat, militiam sequebatur* (*-bantur* P)
3 *aestate* (so OP, *aetate* Schott)
5 *imperii sexto anno* (*anno sexto* P), *senecta* (*aetate* P) *robustiore*
33, 3* *pergressi* (so OP, *progressi* Schott)
* *possiderent* (*possiderunt* P)
8* *Laeliani* (*leliani* OP) *bello* (*belli* P)
19 *dum* (*cum* P) . . *oppugnat*
21 *honos* (*honor* P)
nocte intempesta (*intemperata* P)
22* *auctoris necis errore* (*a. necis nec rore* O, *a. nec rore* P)
24 *vocat* (*uocauerit* P)
26 *nequaquam pateretur* (*ne cuiquam peteretur* P) *virtus*
29** *dum urbes erunt* (*erant* P)

31 *deos quoque* (so OP, *deosque* Schott)
34 *et* (*etiam* P) *adire*
34, 8 *subditis est* (*erat* P)
35, 2 *quis dimotis* (*deletis* P). Es ist dies auch eine sachliche Besserung; denn mehr als dies konnte von den Persern in Bezug auf Aurelian nicht gesagt werden
3 *memoravimus* (so OP, *commemoravimus* Schott)
4 *namque* (*nam* P) *Tetricus*
5* *imperium* (*imperii* P)
6 *uti* (*ut* P)
7 *avaritiam* (-*tiae* P) *peculatum provinciarumque* (*que* fehlt P) *praedatores*
9* *amisso* (*omisso* P)
11 *certabatur* (*decertabatur* P)
13 *cuncta in se* (*se* fehlt P) *orbis modo verti*
36, 2 *Mucaporem* (*mucaperem* P)
37, 1 *postquam* (so OP) *Probum in Illyrico* (-*cum* P) *factum accepere*
38, 1 *augusto habitu induitur* (*ind.* OP, fehlt bei Schott)
6* *Apri* (*a* P) *praefecti*
39, 8* *atrocitatem rerum magis quam nominum* (*nom̄* O) *officere* (*efficere* P)
* *erumpentes motus* (*metus* P)
10 *processerat* (*processit* P)
11 *nuptas* (*multas* O, *mulctas* P)
14 *vir insignis nomine* (*n.* OP. fehlt bei Schott) *Aristobulus* (*aristobolus* OP)
15 *post memoriam humani* (*umani* OP, *humanam* Schott)
17 *Bagaudas* (*bagauda* OP)
18 *Herculio* (*herculei* P)
20 *harum* steht in OP
26* *ruris* (*iuris* P)
29 *ab urbis conditione* (*condicione* O, *conditore* P)
30 *Illyrici* (so OP, *illyricique* Schott) *ora*
31* *moderateque* (*maderataque* P)
45 *ecqui* (*haec qui* O, *qui* P) *forte*
cultisque pulchre (so OP, *p.* fehlt Schott) *moenibus*
46 *fuere* (OP, *fuerunt* Schott)
40, 1 *atque Armentario* (so O, *atque armentarioque* P, *armentarioque* Schott) *posteriorque in quae* (so O und Schott, *iniquae* P)
3 *Constantium patrem vel parentem* (so OP, *v. p.* fehlt bei Schott) *vitae ultima urgebant* (*agebant* P)
8 *Licinium v. c. amicitia* (*caesarem* setzt P ein, nicht O) *Augustum creat* (*cr. aug.* P)
9 *lacu Pelsonis* (*pelsone* P, *pennonis* O). Vergl. C. I. L. III p. 523

12 *adeo miri naturae* (*officiis uel* setzt P ein) *beneficiis*

17 *milites tumultuarie* (*tumultuarieque* P) *quaesiti*

21 *filii segnitiem* (*segnitie* OP) *metuens*

22 *iure [interierat s. M. a. in dies] tandem urbe* O; das Eingeklammerte am Rand

24* *pessimo munerum* (so OP, *numerum* Schott) *specie*

41, 4* *teterrimumque* (*ueterrimumque* P)

6 *adfinitatis gratia refectum consortium* (*recepti consortio* P). Diese Verbesserung ist auch dem Historiker von Werth.

11 *capessiverat* (*capissiuerat* O, *campesciuerat* P)

12* *condenda urbe formandisque* (*formidandisque* P) *religionibus ingentem animum avocavit.* Die Notiz über Constantinopels Entstehung erhält hier eine sachlich werthvolle, allerdings vermuthungsweise schon von Schott vorgeschlagene Besserung.

13 *filius* (*filiusque* P)

15 *(Dalmatium) Caesarem iussit obsistentibus* (*absistentibus* O, *adsistentibus* P) *valide militaribus.* Hier schliesst die Wortkritik eine ernste historische Frage in sich. Die Worte des Victor sind bisher dahin gefasst worden, dass die Ernennung des Neffen Constantins des Grossen neben den drei Söhnen ein Werk der Militärpartei gewesen ist; aber sprachlich ist *valide adsistere* bedenklich, und ebenso sachlich, wenn man sich erinnert, dass die Katastrophe nach Constantins Hinscheiden ein Werk der 'Soldaten' war oder hiess. Was der Bodleianus nicht hat, aber nahe legt, führt auf die gerade entgegengesetzte Combination.

16 *a quis bellum erumpere* (*irrumpere* P) *occeperat* (so OP)

* *cum id* (so OP, *cum ad id* Schott)

17 *urbem Romam* (*romanam* P)

20* *quorum* (so O richtig, *quo res* P, *quae res* Schott) *superiores*

25* *atrocique* (*atroque* P) *ingenio*

42, 6* *Nepotianus* (*potentianus* P)

12* *ob saevitiam* (so OP, *scenicum* Schott)

16 *cum* (so OP, *dum* Schott) *altius*

21 *sustentatoque* (so OP, *sustentoque* Schott)

22* *in Tigrane restituendo* (*restituisse* P)

25* *praeclarius* (so OP, *clarius* Schott).

Ausgegeben am 18. August.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1884.

XL.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

23. October. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Beyrich las über neuere Beobachtungen des Hrn. Prof. Georg Schweinfurth in Cairo im Westen des Nilthals bei Cairo. Die Mittheilung wird nach Herstellung der dazu gehörigen Karten u. s. w. in einem späteren Bericht erscheinen.

2. Von dem correspondirenden Mitgliede der Classe, Hrn. Friedrich Kohlrausch in Würzburg, lag eine am 19. August eingelaufene Mittheilung über die elektrische Leitungsfähigkeit des im Vacuum destillirten Wassers vor. Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Hr. G. Kirchhoff legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Voigt in Göttingen vor: Neue Bestimmungen der Elasticitäts-Constanten von Steinsalz und Flussspath. Dieselbe wird in einem späteren Bericht erscheinen.

4. Hr. v. Helmholtz legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. H. Kayser, Privatdocenten der Physik an der Universität und Assistenten am physikalischen Institut über Blitzphotographien vor. Dieselbe wird in einem späteren Bericht erscheinen.

5. Von dem Ehrenmitgliede der Akademie, Principe B. Boncompagni in Rom, war die photolithographische Nachbildung eines Briefes von Gauss an Olbers, vom 3. September 1805, nebst einem gedruckten Commentar dazu, eingegangen. Über einen, die Störungen der damals eben entdeckten ersten kleinen Planeten betreffenden Theil

des Briefes berichtete Hr. Auwers; zu einem anderen gab Hr. Kronecker folgende Erläuterung: »Was Gauss auf der zweiten Seite seines Briefes sagt, bezieht sich auf die vollständige Werthbestimmung jener Reihen, welche jetzt als Gauss'sche bezeichnet werden. Dieser höchst interessante Theil des Briefes ist — wie auch in dem Boncompagni'schen Commentar erwähnt wird — beinahe wörtlich schon von unserem Correspondenten, Hrn. E. Schering, in seiner Festrede vom 30. April 1877 mitgetheilt worden. Aber die dankenswerthe Boncompagni'sche Publication lenkt von Neuem die Aufmerksamkeit auf die Frage nach der eigentlichen Quelle der merkwürdigen algebraischen Identitäten, durch welche — wie Gauss sich ausdrückt — ihm »die Lösung des Räthsels gelang«. Und daran schliesst sich noch die Frage nach der inneren Verbindung dieser Quelle mit derjenigen, aus welcher die Dirichlet-Cauchy'sche Methode zur Werthbestimmung der Gauss'schen Reihen fliesst.[1] Gauss selbst hat keine zweite Herleitung jenes »Satzes« gegeben, von dem er in den beiden letzten Zeilen der ersten Seite und auf der ganzen zweiten Seite des Briefes spricht. Er scheint auch keinen Versuch zur Auffindung einer anderen Beweismethode gemacht zu haben, und dies ist bei der Art, wie er in jenem Briefe die Auffindung seines Beweises charakterisirt, um so mehr bemerkenswerth, da Gauss in der Regel sich nicht mit einem einzigen Beweise eines fundamentalen Satzes begnügt, sondern durch die Entwickelung mehrerer Beweise von verschiedenen Seiten her Licht über denselben Gegenstand verbreitet hat.«

[1] Vergl. meinen Aufsatz im Monatsbericht vom Juli 1880, S. 686 ff.

Die elektrische Leitungsfähigkeit des im Vacuum destillirten Wassers.

Von Friedrich Kohlrausch.

Die Frage nach dem elektrischen Leitungsvermögen des Wassers ist noch nicht erledigt. Durch eine Anzahl von Vorsichtsmaassregeln, durch besondere Sorgfalt in der Herstellung und Aufbewahrung gelang es mir allerdings schon früher, Wasser zu erhalten, dessen Leitungsvermögen bei 22° nur 72 Billiontel von demjenigen des Quecksilbers betrug.[1] Aber wenn auch dieser oder ein naheliegender Werth bei verschiedenen Destillationen wiederholt die erreichbare untere Grenze bildete, so liess sich doch nicht behaupten, dass derselbe nun wirklich das Leitungsvermögen des Wassers darstelle, weil die Herstellung ganz reinen Wassers auf gewöhnlichem Wege mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft zu sein scheint.

Eins von den Hindernissen besteht nun wahrscheinlich in der Mitwirkung der Luft bei der Destillation. So wie man im Regenwasser Verbindungen von Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, z. B. salpetrigsaures Ammon gefunden hat, so könnten ja auch bei der künstlichen Destillation sich Spuren von ähnlichen Producten bilden. Und um das oben erwähnte Leitungsvermögen aus dieser Ursache zu erklären, genügen jedenfalls so geringfügige Mengen, dass dieselben chemisch nicht nachweisbar wären.

Auch ist ja nicht von vornherein ausgeschlossen, dass die blosse Absorption von Luft die Leitungsfähigkeit bedinge oder wenigstens vermehre. Ich habe bei derselben Gelegenheit zuerst darauf hingewiesen, dass die Elektrolyte ihr Leitungsvermögen wesentlich erst durch Mischung erhalten, und so könnte vielleicht der Zusatz eines Gases, auch wenn dieses selbst nicht leitet, schon einen Einfluss ausüben. Die Untersuchung dieser Frage mit der Luftpumpe scheiterte damals an anderen hierdurch eingeführten Fehlerquellen.

[1] Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe der K. b. Akademie d. Wiss. zu München. Bd. V. Jahrgang. 1875. S. 285; — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1876. Bd. CLIX. S. 270.

In der That ergiebt sich nun, dass die Destillation von Wasser im Vacuum auf ein noch vielfach kleineres Leitungsvermögen als das früher gefundene führt.

Nach Art des sogenannten Wasserhammers ist ein solcher Destillationsapparat verhältnissmässig einfach herzustellen. Ein gläsernes Gefäss von 100 bis 200^{cc} Inhalt, welches als Retorte dienen soll, ist durch ein Glasrohr mit einem kleineren Gefässe verbunden, welches die Vorlage bildet und welches zum Zwecke der Widerstandsbestimmung des Destillates mit zwei platinirten Platinelektroden (von je etwa 5^{qcm} wirksamer Fläche) versehen ist. Die Widerstandscapacität des letzteren Gefässes bei der Füllung zu verschiedenen markirten Höhen war mittels einer äusserst verdünnten Salmiaklösung ermittelt worden, deren Leitungsfähigkeit anderweitig bekannt war. Die Gefässe waren alsdann gut ausgewässert worden.

Nun gab man beiden verbundenen Gefässen durch ein noch offenes Zuflussrohr eine frische Füllung mit einer passenden Menge schon sehr reinen Wassers, verband das Zuflussrohr mit der Quecksilber-Luftpumpe und liess das Wasser in deren Vacuum sieden, und als kein Sieden mehr eintreten wollte unter beständigem Schütteln bei mässiger Temperatur noch etwa eine Viertelstunde lang verdampfen. Gekühlte Schwefelsäure nahm den Wasserdampf auf. Um den Destillirapparat mit seinem Wasser kräftig bewegen zu können war die Verbindung mit der Quecksilber-Luftpumpe in der von Kundt angegebenen Weise mittels langer gebogener Glasröhren ausgeführt worden. Schliesslich wurde das frühere Zuflussrohr abgeschmolzen. Der Glaskünstler Hr. Otto Wiegand in Würzburg, welcher auch das Doppelgefäss hergestellt hatte, lieh bei diesen Operationen seine erfahrene Hülfe.

Das so erzielte Vacuum schätze ich auf höchstens 0.01^{mm} Luftdruck.

Im Apparat befindet sich jetzt noch so viel Wasser, dass dasselbe, in das grössere Gefäss gebracht, letzteres etwa zu zwei Dritteln füllt. Unter Anwendung eines mässig warmen Heizbades von 30° bis 45° und eines Kühlbades zwischen 0° und — 8° (wobei ein Gefrieren wegen der Condensationswärme nicht eintritt) wurden nun die erforderlichen 6 bis 8^{cc} Wasser in das Widerstandsgefäss hinüberdestillirt. Je nach den Umständen dauerte dies 8 bis 15 Minuten.

Die Quecksilber-Capacität der beiden angewendeten Apparate bei normaler Füllung betrug nur etwa 0.00002 Siem. Die Wasserfüllung hatte trotzdem bis zu 800000 Siem. Widerstand. Wegen der geringen Empfindlichkeit des Dynamometers oder des Telephons für diese Verhältnisse wurden zur Messung nicht Wechselströme, sondern sehr kurz dauernde einzelne Stromstösse mit einem höchst empfindlichen rasch schwingenden Galvanometer in der Brücke angewandt. Zwei

Smee'sche Elemente erregten den Strom. Verfährt man vorsichtig, so lassen sich so grosse elektrolytische Widerstände mit einer für uns ausreichenden Genauigkeit auf diesem Wege bestimmen. Der Strom ist so schwach, dass die Polarisation bis zu ihrer merklichen Entwickelung einige Zehntel einer Secunde bedarf. Durch die Anwendung einer wechselnden Anzahl von Elementen, durch gelegentliches Stromwenden und verschiedene Stromdauer liess eine Genauigkeit bis auf 1 oder 2 Procent sich controliren. Auf genügende Isolation der Stromschlüssel muss natürlich geachtet werden.

Auch im Vacuum zeigte sich nun der Widerstand eines Destillates nicht constant, sondern verringerte sich mit der Zeit. In dem einen der Gefässe war diese Abnahme sogar sehr beträchtlich, so dass der Widerstand eines Destillates, welcher 5^{min} nach Beendigung des Destillirens 700000 Siem. betrug, in weiteren 10^{min} auf 400000, in 1^{h} auf 250000, in 3^{h} auf 90000, in 15^{h} auf 28000 Siem., also auf den 25. Theil des ersten Werthes gesunken war. Die anfängliche Zunahme des Leitungsvermögens ist fast gleichförmig. Ob die Glaswände, ob vielleicht die Platinelektroden diese Wirkung haben, weiss ich vorläufig nicht zu sagen. In dem anderen Gefässe nahm der Widerstand viel langsamer ab.

Jedenfalls musste man sich nach beendigter Destillation mit der Widerstandsmessung beeilen, so dass die Temperatur, mochte man sie nach dem Gefühle beurtheilen oder mochte man ein Bad anwenden, nur geschätzt worden ist.

Acht verschiedene Destillationen ergaben folgende auf das Quecksilber bezogene Leitungsvermögen, denen die Temperatur und die seit dem Ende der Destillation verflossene Minutenzahl vorgesetzt ist.

Gefäss I			Gefäss II		
20°	3^{min}	29.10^{-12}	16°	3^{min}	29.10^{-12}
12°	2 »	25. »	18°	4 »	28. »
20°	3 »	32. »	20°	3 »	27. »
8°	3 »	25. »	20°	4 »	31. »

Die Versuchsverhältnisse führten also in allen Fällen auf nicht sehr verschiedene Leitungsfähigkeiten. Den kleineren Zahlen kommt natürlich die entscheidende Bedeutung zu, da keine Ursachen zu denken sind, welche das Leitungsvermögen zu klein erscheinen lassen.

Wegen der seit und während der Destillation verflossenen Zeit sind ferner die Zahlen jedenfalls noch zu gross. Eine unparteiische Erwägung würde wohl aus ihnen das Leitungsvermögen des Wassers bei 18° gleich

0.000000000025 oder 1 : 40 Milliarden

von demjenigen des Quecksilbers schätzen, so dass ein um die Erde gelegter Quecksilberfaden denselben Widerstand besässe, wie ein ebenso dicker 1^{mm} langer Wasserfaden.

Der Widerstand von 1 Ohm wäre hiernach durch eine Wasserschicht von 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei einer Dicke von etwa 26 Billionteln Millimeter dargestellt. Die »Wasser-Widerstandseinheit«, eine Wassersäule von 1 Quadratmillimeter und der Länge von 1 Meter hat fast 4.10^{10} Ohm. Um denselben Widerstand zu besitzen müsste ein Kupferdraht von 1 Quadratmillimeter die Länge 24.10^{8} Kilometer haben, eine Strecke, welche das Licht in etwa 2.2 Stunden durchläuft. — Würde man in die Oberfläche einer grossen Wassermasse eine halbkugelige Elektrode von 1 Meter Durchmesser einsenken, so betrüge der Ausbreitungswiderstand etwa 12000 Ohm.

Einen Körper von einem so geringen Leitungsvermögen wird man für galvanische Elektricität in vielen Fällen als einen Nichtleiter behandeln dürfen.

Die Destillation im Vacuum hat nach Obigem den sehr befriedigenden Erfolg gehabt, auf einem einfacheren Wege als dem früheren zu einem fast dreimal kleineren Leitungsvermögen des Wassers oder, wie man mit einer gewissen Berechtigung sagen darf, zu einem mindestens dreimal reineren Wasser zu führen.

Mit Sicherheit kann man auch jetzt nur behaupten, dass die angegebene sehr kleine Leitungsfähigkeit wieder eine obere Grenze darstellt.

Beiträge zur Theorie des Magnetismus.

Von Werner Siemens.

(Vorgetragen am 31. Juli [s. oben S. 931].)

Seit die zweckmässige Construction elektromagnetischer Maschinen eine grosse praktische Bedeutung erlangt hat, tritt die Frage in den verschiedensten Gestalten auf, wie die Massen- und Formverhältnisse der Elektromagnete zu wählen sind, um mit dem geringsten Material und Raumaufwande die grösste Wirkung zu erzielen. Zur Beantwortung dieser Fragen geben die aufgestellten scharfsinnigen und mit grösstem Aufwande mathematischer Kenntniss und Gewandtheit durchgearbeiteten Theorien nur selten die erforderliche Anleitung. Es hat dies wohl darin seinen Grund, dass die Hervorrufung und Vertheilung des Magnetismus in den magnetischen Körpern, von denen praktisch nur das Eisen in seinen verschiedenen Molecularzuständen in Betracht kommt, ferner die Fernwirkung des vorhandenen Magnetismus und die mit ihr zusammenhängende Stärke des magnetischen Feldes und schliesslich die Rückwirkung der letzteren auf die Stärke des im Eisen erzeugten Magnetismus und seine Vertheilung in der Regel getrennt von einander der Betrachtung und Rechnung unterworfen werden. Wenn hierdurch auch die Grundlagen für die Lösung vieler gestellter Fragen gegeben sind, so steht der Techniker doch einer verwirrenden Menge von Gesetzen und empirischen Formeln gegenüber, die es ihm unmöglich macht, sich ein klares Gesammtbild über den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen zu machen, das ihm als Leitfaden bei seinen Constructionen dienen könnte. Es mag dieser unbefriedigende Zustand daher stammen, dass man bei allen magnetischen Theorien vom permanenten Magnetismus ausgegangen ist, in ähnlicher Weise, wie die elektrischen Theorien auf die zuerst bekannten elektrostatischen Erscheinungen begründet wurden. Der permanente Magnetismus ist aber nur eine secundäre magnetische Erscheinung. Er ist ein Rückstand einer vorhergegangenen stärkeren Magnetisirung, dessen Gesetze erst aus denen des Elektromagnetismus abzuleiten sind, da der Magnetismus überhaupt nur als eine elektrische Erscheinung auf-

zufassen ist. Der elektrische Strom, oder allgemeiner Elektricität in Bewegung, ist die einzige bekannte Quelle jedes Magnetismus. Dass dies auch von dem Erdmagnetismus gelten muss, habe ich schon bei einer anderen Veranlassung an dieser Stelle ausgesprochen und es damit motivirt, dass wenigstens bisher keine andere Ursache desselben denkbar ist, als die Rotation der auf der Erdoberfläche angehäuften ruhenden Elektricität mit derselben um die Erdaxe. Der Magneteisenstein und andere im magnetischen Zustande in der Natur vorkommende Körper verdanken ihrerseits ihren Magnetismus offenbar dem Erdmagnetismus oder in einzelnen Fällen wohl der directen Wirkung elektrischer Entladungen.

Geht man dagegen von der Annahme eines durch elektrische Ströme direct oder indirect magnetisirbaren Körpers aus, der keinen Magnetismus zurückbehält, wenn die Ursache der Magnetisirung aufhört, und nimmt man mit Faraday an, dass auch die Fortpflanzung der magnetischen Wirkung, sowohl in den magnetischen Körpern selbst, wie in dem sie umgebenden Raume, nur von Molecül zu Molecül oder von Raumelement zu Raumelement geschehen kann, so liegt die weitere Annahme nahe, dass beide Wirkungen, die innere und äussere, in voller Abhängigkeit von einander stehen müssen. Es kann dann in einer von einem elektrischen Strom umkreisten Eisenstange durch die auf sie wirkende elektrische Vertheilungskraft nur so viel Magnetismus erzeugt werden, wie in dem die Eisenstange umgebenden Raume durch die in der Richtung der Faraday'schen Kraftlinien von den nordmagnetischen zu den südmagnetischen Oberflächentheilen des Stabes fortschreitende magnetische Vertheilung gebunden und dadurch als magnetischer in sich geschlossener Kreis angeordnet wird.

Wenn sich diese Auffassung durch das Experiment als zulässig erweist, so müssen die Gesetze für moleculare Mittheilung von Wärme, Elektricität und elektrostatische Vertheilung unter den nothwendigen Modificationen auch auf den Magnetismus anwendbar sein. Wir würden dann auch für die Stärke des Magnetismus ein allgemeines Gesetz von der Form:

> »Summe der magnetisirenden Kräfte dividirt durch Summe der ihnen entgegenstehenden Widerstände«

aufstellen können, welches viele Schwierigkeiten und scheinbare Widersprüche beseitigen würde. Es müsste dann auch das weitere Gesetz gelten, dass

> »in jeder Schnittfläche, welche alle vorhandenen Kraftlinien durchschneidet, die Summe der magnetischen Momente aller durchschnittenen magnetischen Molecüle = 0«

wäre. Eine solche Schnittfläche kann nur durch die neutrale, Süd- und Nordmagnetismus scheidende, magnetische Mitte des magnetisirten Körpers gelegt werden und es muss dann die Summe der magnetischen Momente der durchschnittenen Eisenmolecüle ebenso gross sein, wie die der ausserhalb des Eisens durchschnittenen Molecüle oder Raumelemente.

Die Reihenfolge der elektrischen Erscheinungen würde dann die sein, dass eine zwischen zwei im isolirenden Medium befindlichen Körpern auftretende elektrische Potentialdifferenz auf der Oberfläche derselben eine Ansammlung ruhender Elektricität entgegengesetzter Polarität hervorruft, deren Grösse von dem Widerstande abhängt, den die nicht leitende umgebende Materie der elektrischen Vertheilung entgegensetzt. Dieser Widerstand ist abhängig von den Raumverhältnissen und einem der ihn ausfüllenden Materie eigenthümlichen Vertheilungscoëfficienten. Ist der trennende Raum nicht isolirend, sondern ganz oder theilweise ein Leiter der Elektricität, so entsteht der elektrische Strom, dessen Stärke wiederum von der der Fortbewegung der Elektricität entgegenstehenden Summe der Widerstände abhängt. Der elektrische Strom oder die Elektricität in Bewegung hat ihrerseits die Eigenschaft, gleichgerichtete Ströme beziehungsweise die materiellen Träger derselben anzuziehen, entgegengerichtete abzustossen. Nimmt man mit AMPÈRE an, dass die magnetische Materie mit praeexistirenden Molecularströmen erfüllt ist, so muss der elektrische Strom diese Elementar-Solenoïde aus ihrer Gleichgewichtslage so zu drehen bestrebt sein, dass ihre Axen in die Peripherie von Kreisen fallen, die die Stromträger concentrisch umgeben. Ist bei einer Materie, wie z. B. beim Eisen in der Raumeinheit eine grössere Zahl solcher Kreisströme enthalten, so muss auch die Stromarbeit eine grössere sein, da eine grössere Anzahl von Solenoïden, auf welche der Strom drehend einwirkt, in jedem Querschnitt des concentrischen Ringes enthalten ist. Da aber auch die verstärkende Wirkung, welche die auf einander folgenden Querschnitte, des geringeren Abstandes der Elementar-Solenoïde von einander wegen, auf einander ausüben müssen, jetzt grösser ist, so muss aus beiden Gründen die Summe der Momente eines concentrischen Ringes aus Eisen grösser sein, als die eines Raumringes von gleichen Abmessungen, der mit einer weniger magnetischen Materie erfüllt ist. Man kann dies auch so ausdrücken, dass das Eisen und die übrigen sogenannten magnetischen Körper der magnetischen Polarisation einen geringeren Widerstand entgegensetzen, wie die nicht magnetischen Körper, oder dass ihre magnetische Leitungsfähigkeit eine grössere ist. Eine magnetische Fernwirkung kann bei Ringen aus homogenem Material, welche einen Stromleiter con-

centrisch umgeben, nicht auftreten, da alle Kraftlinien innerhalb des Ringes verlaufen. Bei einem nicht in sich geschlossenen Eisenringe ändert sich dies Verhältniss. Da der magnetische Vertheilungswiderstand des Eisens, wie sich aus später beschriebenen Versuchen ergiebt, nur etwa $^1/_{500}$ desjenigen der Luft ist, so muss bei einem unterbrochenen Ringe der Gesammtmagnetismus, dem hinzugetretenen grossen Vertheilungswiderstande des lufterfüllten Raumes der Unterbrechungsstelle entsprechend, kleiner werden und es müssen die die Ringtheile verbindenden Vertheilungs- oder Kraftlinien in sehr verschiedener Stärke den ganzen umgebenden Raum erfüllen und in ihm die Erscheinung der magnetischen Anziehung und Vertheilung oder die des sogenannten freien Magnetismus hervorbringen.

Es würde hiernach die Ampère'sche Theorie dahin zu erweitern sein, dass nicht nur die magnetischen, sondern alle Körper sowie auch der leere Raum mit praeexistirenden Kreisströmen von sehr kleinen Dimensionen erfüllt sind, und dass sich die magnetischen von den nicht magnetischen Körpern nur dadurch unterscheiden, dass in den ersteren die Zahl der in der Raumeinheit vorhandenen Kreisströme eine weit grössere ist, wie in den letzteren.

Alle magnetischen Erscheinungen würden sich dann auf die Eigenschaft des elektrischen Stromes zurückführen lassen, auf die im ganzen Raume verbreiteten, in den sogenannten magnetischen Körpern in grösserer Anzahl vorhandenen, Molecular-Solenoïde eine Richtkraft auszuüben, die deren Axen senkrecht auf seine Richtung zu stellen und sie dadurch in in sich geschlossene concentrische Anziehungskreise zu ordnen sucht. Die Grösse dieser Axendrehung hängt einmal von der Stärke der richtenden oder magnetisirenden Kraft und andererseits von der in der Volumeinheit praeexistirenden Anzahl der molecularen Kreisströme ab, für welches Zahlenverhältniss man den Ausdruck »magnetische Leitungsfähigkeit« oder als deren reciproken Werth »magnetischer Vertheilungswiderstand« einführen kann.

Zur Prüfung der Zulässigkeit dieser Anschauung schien mir zunächst der vielfach experimentell und theoretisch untersuchte Fall des in sich geschlossenen gleichmässig mit isolirtem Draht umwundenen Eisenringes oder der Eisenröhre besonders geeignet, da bei denselben nach G. Kirchhoff's Untersuchung bei gleichmässiger Umwindung keine magnetische Fernwirkung auftritt. Für den Magnetismus eines Eisenrohres von der geringen Wandstärke s, das von einem axialen Strome durchlaufen wird, habe ich früher[1] den Werth

$$M = 4\pi \cdot l \cdot s \cdot i$$

[1] Monatsberichte der Akademie v. 23. Juni 1881, S. 701.

aus den AMPÈRE'schen Formeln abgeleitet, wobei s die Metallstärke, l die Länge des Rohres, i die Stromstärke bezeichnet, und durch Versuche die Richtigkeit desselben nachgewiesen.

Wenn man einen Eisenring vom Querschnitt q und dem mittleren Radius ρ mit einer eng gewundenen Spirale umgiebt, so ist nach obigen Betrachtungen die magnetisirende Kraft proportional der Stromstärke i multiplicirt mit der Zahl der Windungen, für welche man annähernd die Länge des Ringes, also $2\rho\pi$ setzen kann. Der sich dieser magnetisirenden Kraft entgegensetzende Widerstand ist direct proportional der Länge des gebogenen Eisenstabes, also wiederum $= 2\rho\pi$, und umgekehrt porportional dem Querschnitt und der magnetischen Leitungsfähigkeit des Eisens, die mit ψ bezeichnet werden mag. Es wird also das magnetische Moment des Eisenringes in jedem seiner Querschnitte

$$\frac{i \cdot 2\rho\pi}{\frac{2\rho\pi}{q \cdot \psi}} = i \cdot q \cdot \psi \cdot \text{const.}$$

sein, welcher Ausdruck mit dem obigen $M = i \cdot l \cdot s \cdot \text{const.}$ gleichbedeutend ist.

Zur Untersuchung der entscheidenden Frage, ob auch der Magnetismus, welcher durch eine magnetisirende Kraft in einem Eisenstabe oder einem offenen Hufeisen zur Entwickelung kommt, umgekehrt proportional dem gesammten Widerstande des magnetischen Schliessungskreises ist, liess ich zunächst ein Hufeisen aus einem 20^{mm} dicken Eisenstabe mit rechtwinkligen Umbiegungen herstellen. Die Schenkel des Hufeisens waren 70^{mm} lang und jeder wurde mit einer Spirale von 35^{mm} Länge aus 126 resp. 130 Windungen 1^{mm} dicken isolirten Drahtes umwickelt. Der gerade Rücken des Hufeisens wurde mit einer Inductionsspirale aus 1160 Windungen 0.2^{mm} dicken Drahtes versehen. Durch ein prismatisches Eisenstück von dem Querschnitte des Hufeisens konnte dasselbe metallisch kurz geschlossen werden. Die Schenkel des Magnetes ragten 20^{mm} aus den Windungen hervor.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass die Richtung des durch die Magnetisirungsspiralen gehenden Stromes mittelst eines passenden Commutators momentan umgekehrt wurde. Die Stromstärke wurde vor jeder Umkehr dadurch gemessen, dass vermittelst eines Torsionsgalvanometers mit sehr viel Windungen dünnen Drahtes die Spannungsdifferenz zwischen den Endklemmen der Magnetisirungsspirale bestimmt wurde. Durch Einschaltung von Widerständen, resp. durch einen angebrachten Nebenschluss konnte man die jedesmal gewünschte Stromstärke herbeiführen. Der bei dem Stromwechsel in

der Inductionsspirale entstehende Strom ward durch die Windungen eines nahe aperiodisch schwingenden Spiegelgalvanometers geführt. Der Ausschlag bildete dann das Maass des doppelten magnetischen Momentes, das durch den wirksamen Strom im Magnet hervorgerufen wurde. Wenn man die Vorsicht gebrauchte, nach jeder Veränderung der Stromstärke einige Stromwechsel vorzunehmen, bevor man die Messung ausführte, so erhielt man stets übereinstimmende Resultate auch bei den grössten Stromdifferenzen.

Tabelle I.

	1.		2.		3.		4.	
	Schenkel 90mm hoch.				Schenkel 70mm hoch.			
	Geschlossen durch Ankerplatte.		Offen.		Geschlossen durch Ankerplatte.		Offen.	
Ampères.		Zunahme pro 1/100 Amp.		Zunahme pro 1/100 Amp.		Zunahme pro 1/100 Amp.		Zunahme pro 1/100 Amp.
0.01	800	800	195	195	1095	1095	140	140
0.03	3150	1175	650	227	4800	1852	430	145
0.05	6250	1550	1125	237	10500	2850	750	160
0.07	10500	2125	1640	257	20500	5000	1100	175
0.09	15500	2500	2165	262	33000	6200	1410	155
0.1	18350	2850	2400	235	36200	3200	1570	160
0.15	37000	3730	3700	260			2390	164
0.2			4830	226			3100	142
0.25			6000	234			3900	160
0.3			7100	220			4700	160
0.4			9600	250			6200	150
0.5			12250	265			7900	170

Die vorstehende Tabelle giebt in der ersten Verticalspalte die gemessene Stromstärke, in der ersten Spalte jeder folgenden Reihe die zugehörigen Ausschläge, in der zweiten die daraus berechneten Zunahmen des magnetischen Momentes für die Vermehrung der Stromstärke um 0.01 Amp. und zwar für geschlossenen und geöffneten Zustand. Es ergiebt sich, dass im geschlossenen Hufeisen der Magnetismus Anfangs in schnellerer Progression wächst, als die Stromstärke. Beim offenen Magnet ist der Magnetismus bei schwachen Strömen (0.05 Amp.) etwa $^1/_5$ des durch gleiche magnetisirende Kräfte hervorgerufenen Magnetismus des geschlossenen Magnetes, bei der doppelten Stromstärke (0.1 Amp.) circa $^1/_8$. Die Zunahme des Magnetismus ist dagegen bei offenem Magnet nahe constant, d. i. der Magnetismus war nahe proportional der Stromstärke bis zu der Grenze, welche zu erreichen die Drahtwindungen ohne zu grosse Erhitzung gestatteten.

Ich liess darauf die aus den Drahtrollen 20mm hervorragenden Polenden des Elektromagnetes abschneiden und wiederholte die obigen Versuche. Wie sich aus der 3. und 4. Columne der obigen Tabelle ergiebt, vermehrt sich durch diese Verkürzung der Magnetismus des geschlossenen Magnetes beträchtlich, wogegen der Magnetismus des ungeschlossenen Magnetes in noch höherem Grade abnimmt, so dass jetzt bei 0.05 Amp. das obige Verhältniss sich auf $^1/_{14}$, bei 0.1 auf $^1/_{23}$ vermindert. Diese unverhältnissmässig grosse Verminderung ist offenbar dem Umstande zuzuschreiben, dass nicht nur der Vertheilungswiderstand des umgebenden Raumes durch die Verkürzung vergrössert, sondern auch die magnetisirende Kraft verringert wurde, da die Drahtrollen auch auf die nun abgeschnittenen Stücke eine magnetisirende Kraft ausgeübt hatten. Ich suchte darauf durch Aufsatz von Verlängerungsstücken gleichen Durchmessers und von 10mm Höhe auf die Polenden diejenige Schenkellänge zu ermitteln, bei welcher der Magnetismus des offenen Magnetes sich bei gleichbleibender Stromstärke verdoppelte. Es ist dies Verhältniss nach der nachstehenden Tabelle schon bei fünf Aufsatzstücken überschritten, also bei einer Vergrösserung der ursprünglichen Magnetlänge um etwas über die Hälfte (Tabelle II.). Wie sich aus der Zunahme des Magnetismus für jede Verlängerung der Magnetschenkel um 10mm ergiebt, findet eine ziemlich beträchtliche Verminderung dieses Zuwachses mit der Zahl der Aufsatzstücke statt. Es

Tabelle II.

Strom 0.1 Amp.

	Magnetismus.	Zuwachs.
Ohne Aufsatz	1950	
1. Stück auf jeder Seite	2430	480
2. " " " "	2895	465
3. " " " "	3330	435
4. " " " "	3750	420
5. " " " "	4125	375

ist dies zum Theil ebenfalls die Folge der stärkeren directen Spiralenwirkung auf die den Spiralen näher liegenden Ansatzstücke, wodurch sich auch die zu schnelle Verdoppelung des Magnetismus bei Verlängerung der Schenkel erklärt. Jedenfalls machen diese Versuche es aber schon höchst wahrscheinlich, dass der in einem ungeschlossenen Elektromagnete durch eine magnetisirende Kraft hervorgerufene Magnetismus eine Function seiner Oberfläche ist. Letzteres wurde auch dadurch bestätigt, dass die Verstärkung des Magnetismus durch

aufgesetzte dünnwandige Eisenröhren genau so gross war, wie die durch aufgesetzte gleich hohe massive Eisencylinder von gleichem Durchmesser. Die Schliessung der aufgesetzten Röhren durch einen Eisendeckel machte keinen bemerkbaren Unterschied, wenn keine Verlängerung des Rohres dadurch bewirkt wurde.

Zur Bestimmung des vom nicht magnetischen umgebenden Raume der Entwickelung des Magnetismus im Eisen entgegengesetzten Widerstandes war es nöthig, den magnetischen Vertheilungswiderstand des lufterfüllten oder leeren Raumes mit dem des Eisens zu vergleichen. Es kann dies Verhältniss kein constantes sein, da der specifische magnetische Vertheilungswiderstand des Eisens sich mit der Stärke seiner Magnetisirung ändert.

Wie bekannt und auch aus den obigen Versuchen ersichtlich, nimmt in einem in sich geschlossenen Elektromagnete der Magnetismus anfänglich schneller zu wie die Stromstärke. Die Zunahme des Magnetismus erreicht dann bald ein Maximum und sinkt bei weiterer Steigerung der Stromstärke langsam bis auf einen sehr geringen Betrag hinab. Besonders auffallend ist bei diesem Verhalten der magnetischen Körper die anfängliche Verstärkung der Wirkung der magnetisirenden Kraft bis zu einem Maximum. Die Lage dieses Maximums ist abhängig von der Beschaffenheit des Eisens. Bei weichem Eisen tritt das Maximum der Zunahme des Magnetismus bei gleicher Zunahme der magnetisirenden Kraft früher ein wie bei härterem. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass diese anfängliche schwächere Wirkung der magnetisirenden Kraft überhaupt nur eine Folge der unvollkommenen Weichheit des Eisens ist. Um dies näher zu untersuchen liess ich zwei gleiche Ringe, einen aus möglichst weichem Rundeisen und den andern aus weichem Stahl herstellen. Dieselben hatten 50^{mm} äusseren und 35^{mm} inneren Durchmesser und waren gleichmässig mit je zwei Spiralen, die untere aus 350 Windungen 0.2^{mm} dicken Drahtes, die obere aus 190 Windungen 0.75^{mm} dicken Drahtes umwickelt. Die zweite Spirale diente als Magnetisirungs-, die erste als Inductionsspirale. Die erste Verticalspalte der Tabelle III. giebt die gemessenen Stromstärken, die zweite die zugehörigen durch den Ausschlag des Spiegelgalvanometers gemessenen magnetischen Momente des Eisenringes, die dritte die hieraus berechnete Zunahme des Magnetismus durch eine Vermehrung der Stromstärke um 0.001 Amp. Die vierte und fünfte Spalte geben dieselben Werthe für den Stahlring. Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, dass beim Eisenring das Maximum der Zunahme des Magnetismus schon bei 0.1 Amp. eingetreten war, während es beim weichen Stahlringe erst bei 0.5 Amp. eintrat und ferner, dass dies letztere Maximum nur etwa den halben

Tabelle III.

Stromstärke.	Ausschlag.	Zunahme pro 1/1000 Amp.	Ausschlag.	Zunahme pro 1/1000 Amp.
0.001	3.2	3.2	3.5	3.5
0.002	7	3.25	7.2	3.7
0.004	15	4	15	3.4
0.008	36	5.2	29	3.5
0.01	46	5	35	3.0
0.02	114	6.8	72	3.7
0.03	196	8.1	112	4.0
0.04	300	10.5	155	4.3
0.05	410	11	195	4.0
0.06	550	14	245	5.0
0.07	710	16	290	4.5
0.08	895	18.5	340	5.0
0.085	1015	24	360	4.0
0.090	1160	29	380	4.0
0.095			405	5.0
0.100	1810	65	430	5.0
0.15	4520	54	760	6.6
0.2	6880	47.2	1120	7.2
0.25	8640	35.2	1640	10.4
0.3	9900	25.2	2500	17.2
0.4	11500	16	4950	24.5
0.5	12400	9	7000	30.5
0.6	13150	7.5	8750	17.5
0.7	13750	6	10000	12.5
0.8	14250	5	11000	10.0
0.9	14600	3.5	11900	9.0
1.00	15000	4	12550	6.5
1.1	15250	2.5	13150	6.0
1.2	15500	2.5	13600	4.5
1.5	16150	2.1	15000	4.6

Betrag des Maximums der Zunahme beim Eisenringe hatte. Da die Stromrichtung bei jeder Messung umgekehrt wurde, so konnte der rückbleibende Magnetismus keinen directen Einfluss auf das Messungsresultat ausüben, wohl aber muss die innere Reibung, welche sich der Drehung der hypothetischen Kreisströme entgegenstellt, eine Verminderung der Magnetisirung herbeiführen, die beim Ringe aus weichem Stahl kleiner ausfallen musste wie beim Eisenringe. Es erscheint hiernach durchaus wahrscheinlich, dass bei absolut weichem Eisen das Maximum der Wirkung schon bei den schwächsten Strömen eintreten würde. Man kann also diese beim Eisenmagnetismus auftretende Anomalie als eine Folge des Reibungswiderstandes betrachten, welcher sich der Drehung der Ampère'schen Kreisströme entgegenstellt. Dieser Widerstand muss sich um so stärker bemerkbar machen, je kleiner die Drehungswinkel sind, da die Reibungsarbeit dem Drehungswinkel

selbst und nicht dem durch die Drehung hervorgerufenen magnetischen Momente proportional sein muss.

Die folgende Tabelle IV. giebt die Resultate die erhalten wurden, wenn anstatt eines geschlossenen Ringes eine gleich dicke und lange gerade Eisenstange der Magnetisirung durch steigende Stromstärken unterworfen wurde. Die Eisenstange war in der Mitte mit einer Inductionsspirale versehen und wurde mit dieser in die Mitte einer Magnetisirungsspirale von nahe doppelter Länge geschoben. Bei den Aus-

Tabelle IV.

Stromstärke.	Ausschlag.	Zunahme pro 1/1000 Amp.
0.001	12	12
0.002	22	10
0.004	44	11
0.008	88	11
0.01	109	10.5
0.02	233	12.4
0.03	365	13.2
0.04	524	15.9
0.05	688	16.4
0.06	844	15.6
0.07	1000	15.6
0.08	1160	16
0.09	1320	16
0.10	1480	16
0.20	2900	14.2
0.30	4600	17
0.40	6240	16.4
0.50	8000	17.6
0.60	9720	17.2
0.70	11560	18.4
0.80	13200	16.4
1.00	16800	18

schlägen des Spiegelgalvanometers ist die directe Wirkung der Spiralen auf einander in Abzug gebracht. Die für 0.001 Amp. berechneten Zuwachse des Magnetismus zeigen auch hier ein geringes Anwachsen bei wachsender Stromstärke. Das Maximum der Zunahme konnte nicht erreicht werden ohne die Magnetisirungsspirale übermässig zu erhitzen.

Wenn die Annahme, dass die nicht magnetische Materie in gleicher Weise wie die magnetische mit praeexistirenden molecularen Kreisströmen erfüllt ist, richtig ist, so ist anzunehmen, dass bei ihr, ebenso wie bei den magnetischen Körpern, ein Maximum des Magnetismus vorhanden ist. Es müsste dann bei sehr grossen magnetischen Momenten eines magnetischen Feldes, ebenso wie beim Eisen, eine

Annäherung an ein Maximum der Magnetisirung bemerkbar werden. Um dies zu untersuchen, setzte ich auf die Polköpfe des beschriebenen Hufeisenmagnetes zwei prismatische Eisenstücke, welche einander bis auf eine geringe Entfernung genähert werden konnten. Die sich parallel gegenüberstehenden Flächen waren bis auf 1^{qcm} verjüngt. Es wurde nun die Zunahme des magnetischen Momentes des magnetischen Kreises bei steigender Stromstärke gemessen. Die Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle V.

Strom-Intensität	Hufeisen geschlossen durch Eisenplatte		Polstücke mit prismatischen Ansatzstücken versehen. Abstand der letzteren:					
			0.1^{mm}		1^{mm}		3.5^{mm}	
	Ausschlag	Zunahme pro 1/100 Amp.	Ausschlag	Zunahme pro 1/100 Amp.	Ausschlag	Zunahme pro 1/100 Amp.	Ausschlag	Zunahme pro 1/100 Amp.
	1		2		3		4	
0.11	219	19.9	80	7.2	49	4.4	37	3.4
0.21	720	50.1	193	11.3	107	5.8	78	4.1
0.53	1708	30.9	620	13.3	313	6.4	217	4.3
0.85	2124	13.0	1020	12.5	524	6.6	362	4.5
1.06	2292	8.0	1276	12.2	680	7.4	460	4.7
2.12	2640	3.3	2028	7.1	1344	6.3	942	4.5
3.18	2760	1.1	2400	3.5	1908	5.3	1380	4.1
4.24	2840	0.7	2620	2.1	2340	4.1	1820	4.2
5.30	2870	0.5	2728	1.0	2576	2.2	2172	3.3
6.36	2930	0.4	2800	0.7	2700	1.2	2440	2.5

Die Polstücke waren nach einander 0.1, 1 und 3.5^{mm} von einander entfernt. Die Stromstärken wurden bis zu dem grössten zulässigen Werth, d. i. bis zu 6 Amp. gesteigert. Wie sich aus Verticalspalte 1 ergiebt, trat bei kurz geschlossenem Magnete das Maximum der Zunahme des Magnetismus bereits bei 0.2 Amp. ein. Auffallend war es, dass mit aufgesetzten und einander genäherten Polstücken der Wendepunkt der Zunahme bei jedem Abstande auf dieselbe Stromstärke von circa 1 Amp. fiel. Die Zunahmen selbst konnten nicht im Verhältniss des Abstandes der parallelen Eisenflächen stehen, da die Seitenflächen der Ansatzstücke um so mehr in magnetische Wechselwirkung treten mussten, je weiter die parallelen Flächen selbst von einander entfernt waren, je grösser also der zwischen ihnen auftretende magnetische Vertheilungswiderstand war. Dass bei allen Abständen ein Maximum der Zunahme eintrat und diese sich bei steigenden Stromstärken dann gleichmässig auf einen geringen Betrag reducirte, ist Folge des grossen Momentes des Elektromagnetes selbst, welcher sich bei dem geringen magnetischen Widerstande des gesammten Kreises bei stärkeren Strömen schon seiner Maximalmagnetisirung näherte.

Die Versuche schienen zwar für eine Vergrösserung des Vertheilungswiderstandes der nicht magnetischen Materie bei sehr hohen magnetischen Momenten zu sprechen, doch sind sie nicht entscheidend. Es müssten für solche Versuche Elektromagnete von geringer Länge und so grossem Querschnitte verwandt werden, dass der Vertheilungswiderstand des Eisens im Vergleich zu dem des umgebenden Mediums immer sehr klein bliebe.

Die Versuche zeigen aber, dass ein Magnetisirungsmaximum bei der atmosphaerischen Luft wenigstens nicht früher eintreten kann, als beim Eisen. Es folgt daraus, dass die Stärke eines magnetischen Feldes nur durch das Maximum des Eisenmagnetismus begrenzt ist, und dass man die magnetische Leitungsfähigkeit der nicht magnetischen Materie als constant anzunehmen hat. Da dieser Werth für das Eisen ein sehr veränderlicher ist, und für die Abhängigkeit desselben vom vorhandenen magnetischen Momente der Eisenmasse noch kein Gesetz gefunden ist, so kann von einem Vergleiche der magnetischen Leitungsfähigkeit beider im Allgemeinen nicht die Rede sein. Da indess bei der Construction magnetischer Maschinen fast immer derjenige magnetische Zustand des Eisens von besonderer Bedeutung ist, bei welchem die Zunahme des Magnetismus bei wachsender magnetisirender Kraft im Maximum ist, so kann man diesen Zustand der Vergleichung zu Grunde legen.

Zur Ermittelung dieses Verhältnisses liess ich zwei quadratische Eisenplatten von 4^{mm} Dicke und 80^{mm} Seitenlänge anfertigen, welche an die prismatischen verschiebbaren Aufsatzstücke der Pole des früher beschriebenen Hufeisenmagnetes seitlich angeschraubt werden konnten. Bei 5^{mm} Abstand von einander gaben die Platten bei einer Stromstärke von 0.1 Amp. dieselbe Verstärkung des Magnetismus wie ein Eisenblech von 15^{qmm} Querschnitt, welches nach Abschraubung der Platten die ebenfalls 5^{mm} von einander abstehenden Polstücke mit einander verband. Bei schwächeren magnetisirenden Kräften war das Eisen überwiegend, bei stärkeren die Platten. Es ergiebt dies eine magnetische Leitungsfähigkeit für das Eisen im Zustande seiner grössten Magnetisirbarkeit von 480 bis 500, wenn die der Luft = 1 gesetzt wird. Der Versuch wurde mit grösseren Plattenabständen, ferner mit Eisendrähten, Blechen und mit quadratischen Eisenstäbchen wiederholt, und gab dabei dasselbe Zahlenverhältniss.

Es lag jetzt die Frage nahe, ob dieser Vertheilungswiderstand der Luft im circa 500fachen Betrage des Eisenwiderstandes nicht zum Theil dem Einflusse des in der Luft enthaltenen magnetischen Sauerstoffs zuzuschreiben sei. Um das zu untersuchen, liess ich zwei runde eiserne Platten von 8^{cm} Durchmesser durch einen angelötheten Messing-

ring mit einander verbinden. Durch zwei im Messingringe befindliche Öffnungen mit eingesetzten Röhren, die durch Hähne verschlossen werden konnten, war es ermöglicht, den Zwischenraum zwischen den 5^{mm} von einander abstehenden Eisenplatten mit einem beliebigen Gase zu füllen oder auch ihn leer zu pumpen. Die so verbundenen eisernen Platten wurden dann an den Aufsatzstücken der Polenden des Elektromagnetes befestigt und das magnetische Moment des magnetischen Kreises bei verschiedenen Stromstärken gemessen. Es stellte sich dabei nicht der geringste Unterschied heraus, mochte atmosphaerische Luft, Sauerstoff oder Wasserstoff den Raum zwischen den Platten ausfüllen, oder mochte derselbe durch eine Quecksilberpumpe möglichst leer gepumpt sein.

Es folgt hieraus, dass die magnetische Eigenschaft des Sauerstoffs, sowie überhaupt der Einfluss der Materie mit Ausnahme des Eisens und der anderen sogenannten magnetischen Metalle auf die Magnetisirung erst bei sehr grossen magnetischen Momenten, bei denen schon diamagnetische Erscheinungen auftreten, hervortritt und dass bei den nicht magnetischen Körpern für die magnetischen Erscheinungen nur die Raumverhältnisse in Betracht zu ziehen sind. Ob dies nicht dahin führen muss, die Ampère'schen molecularen Kreisströme im Anschluss an Pater Secchi's und Edlund's Anschauungen durch Aetherwirbel zu ersetzen, die den ganzen Weltraum erfüllen und die in den magnetischen Körpern nur in weit grösserer Menge oder Stärke vorhanden sind, mag hier unerörtert bleiben. Die auffallende Thatsache, dass die Luftleere magnetische Vertheilung und Anziehung ebenso vermittelt, wie die nicht magnetische Materie, würde jedenfalls dadurch ihre Erklärung finden.

Dass der mit nicht magnetischer Materie erfüllte Raum, sowie die Luftleere von elektrischen Strömen qualitativ ganz ebenso, wie das Eisen im Zustande grösster Magnetisirbarkeit, nur nahe 500 mal schwächer, beeinflusst werden, folgt aus folgendem Versuch:

Ich liess zwei Drahtrollen aus Windungen 1^{mm} dicken isolirten Drahtes von 87^{mm} lichter Weite und 100^{mm} Länge wickeln und legte sie in einem Abstande der Axen von 131^{mm} parallel neben einander. Die beiden neben einander liegenden Polflächen dieser Solenoïde wurden mit je einer Eisenplatte bedeckt, welche zwischen den Solenoïden mit einer Inductionsspirale umwunden war. Die Eisenbleche wurden durch dünne Messingbolzen, welche mit der Axe der Rollen zusammenfielen, an diese festgepresst. Es bildeten jetzt die beiden Solenoïde und die beiden Eisenplatten einen in sich geschlossenen Hufeisenmagnet, dessen magnetisches Moment durch die Inductionsspiralen auf den Eisenplatten zu messen war. In der nachstehenden Tabelle VI. sind diese

Messungen zusammengestellt. Es ist aus der Tabelle ersichtlich, dass alle Erscheinungen ganz so sind, als wenn die Eisenplatten durch Eisencylinder anstatt der Messingbolzen mit einander verbunden wären. Als ich letzteres wirklich ausführte mit Eisencylindern von 4^{mm} Dicke, die also etwa $^1/_{500}$ des Querschnittes der Solenoïde hatten,[1] war in der That das magnetische Moment bei der Stromstärke 0.20 Amp. nahe doppelt so stark als früher, wie die sechste Verticalspalte der Tabelle ergiebt, welche die Quotienten der Ablenkungen mit und ohne Eisencylinder angiebt. Dass die Quotienten bei sehr schwachen Strömen nicht viel von 1 verschieden waren, dann schnell bis zum doppelten Werthe anwuchsen und darauf langsam abnahmen, ist der Eigenschaft des Eisens der Verbindungsanker dieses Luftmagnetes und der Eisencylinder zuzuschreiben bei sehr schwachen magnetischen Momenten, sowie bei sehr starken der Magnetisirung einen grösseren Widerstand entgegenzusetzen.

Tabelle VI.

Intensität.	Solenoïde allein.		Als offenes Hufeisen.		Als geschlossenes Hufeisen.		Geschlossen und mit Eisenkernen.		Verhältniss der Ausschläge der zwei letzten Reihen.
	Ausschl.	Zuwachs.	Ausschl.	Zuwachs.	Ausschl.	Zuwachs.	Ausschl.	Zuwachs.	
0.01			51	51	55	55	65	65	1.18
0.05			270	55	295	61	380	79	1.27
0.10	52	5.2	580	62	640	68	1000	124	1.56
0.15			900	64	1020	76	1920	184	1.88
0.20			1236	67	1392	74	2864	189	2.06
0.30			1928	78	2160	77	4480	162	2.07
0.40			2616	69	2960	80	5850	137	1.97
0.50	258	5.2	3360	76	3800	84	7200	135	1.89
0.75			5250	77	6075	91	10250	122	1.68
1.00			7240	78	8400	93	12880	105	1.53

Als ein directer Beweis der Richtigkeit der Annahme, dass in einer von elektrischen Strömen umkreisten Eisenstange nur so viel Magnetismus hervorgerufen wird, wie durch die Summe der magnetischen Momente der ihre Oberfläche berührenden Luft- oder Raumtheile gebunden wird, kann folgende Beobachtung dienen.

Ist ein als unbegrenzt lang zu betrachtender Eisencylinder vom Radius r irgendwo — hinlänglich weit von den Enden — von einer Drahtspirale umgeben und wird das magnetische Moment, welches ein

[1] Rechnet man den Durchmesser des wirksamen Luftcylinders bis zur Mitte der Windungen, so verhalten sich die Querschnitte $\frac{\text{Eisen}}{\text{Luft}} = \frac{1}{560}$.

durch diese Spirale fliessender Strom der Einheit der Querschnittsfläche in einem beliebigen Abstande x von der Mitte der Spirale giebt, mit y bezeichnet, so ist das magnetische Moment dieses Querschnitts $= r^2\pi \cdot y$. Dieses magnetische Moment muss nun mit Vergrösserung von x kleiner werden, und zwar, wenn die aufgestellte Theorie richtig ist, um so viel, wie durch das Moment der die Oberfläche des Verlängerungsstückes dx berührenden Luftschicht gebunden wird. Es besteht daher die Differentialgleichung

$$-r^2\pi \cdot dy = 2r\pi \cdot dx \cdot y$$

$$-\frac{dy}{y} = \frac{2}{r} \cdot dx$$

$$-\ln y \Big|_{y}^{y_1} = \frac{2}{r}\, x \Big|_{x-c}^{x},$$

wenn c die Weglänge bezeichnet, für welche die Integration auszuführen ist, oder

$$\ln \frac{y}{y_1} = \frac{2}{r} \cdot c$$

und bei gleicher Verschiebung für verschieden dicke Stäbe von den Durchmessern $2r$ und 2ρ

$$\ln \frac{y}{y_1} : \ln \frac{z}{z_1} = \varrho : r.$$

Diese Gleichungen besagen einmal, dass bei demselben Eisencylinder der Quotient der magnetischen Momente zweier gleich weit von einander entfernten Querschnitte auf der ganzen Cylinderhälfte constant ist, dass also auch gleiche Verschiebungen einer Prüfungsrolle überall gleiche procentische Verminderungen des magnetischen Momentes ergeben müssen. Sie besagen ferner, dass bei verschieden dicken Stäben und gleichen Verschiebungen der Prüfungsrolle die Logarithmen der Quotienten der Momente sich umgekehrt wie die Durchmesser der Stäbe verhalten.

Es ist jedoch bei Aufstellung der Differentialgleichung die Annahme gemacht, dass das Moment der die Oberfläche des Stabes berührenden Luftschicht nur vom Momente der Einheit des Querschnittes des Stabes an der betreffenden Stelle abhinge. Das würde besagen, dass der Vertheilungswiderstand aller äusseren magnetischen Schliessungskreise derselbe wäre. In Wirklichkeit findet die vertheilende Action aber zwischen jedem Oberflächenelemente der einen Stabhälfte und allen entgegengesetzt magnetischen Punkten der anderen Stabhälfte statt. Sie ist also auch abhängig von der Entfernung von der Stab-

mitte. Diese Fehlerquelle wird um so einflussreicher werden, je näher der Stabmitte die Verschiebung um die Weglänge c stattfindet.

Tabelle VII.

Entfernung der Rollenmitten. mm	φ 9 mm		φ 6 mm		φ 3 mm	
	Ausschlag y	$\frac{y}{y_1}$	Ausschlag y	$\frac{y}{y_1}$	Ausschlag y	$\frac{y}{y_1}$
90	4268	0.032	4054	0.057	290	0.112
100	3960	0.037	3558	0.052	222	0.116
110	3640	0.035	3160	0.052	168	0.121
120	3360	0.035	2800	0.059	130	0.111
130	3100	0.038	2440	0.053	100	0.114
140	2840	0.032	2160	0.056	80	0.097
150	2640	0.038	1900	0.048	60	0.125
160	2420	0.037	1700	0.058		
170	2220	0.028	1488	0.052		
180	2080	0.039	1320	0.056		
190	1900	0.033	1160	0.058		
200	1760	0.040	1016	0.060		
210	1605	0.040	884	0.059		
220	1465	0.032	772	0.052		
230	1360	0.033	684	0.051		
240	1260	0.036	608	0.061		
Mittelwerth		0.035	—	0.055	—	0.114
Mittelwerth × Stabdicke		0.105	—	0.110	—	0.114

Die obigen Versuche bestätigen die Annahme, dass es keinen freien, sondern nur gebundenen Magnetismus giebt, und dass eine magnetisirende Kraft in magnetischen Körpern nur so viel Magnetismus erzeugen kann, wie in ihnen selbst und dem umgebenden Medium durch magnetische Vertheilung in Form geschlossener Anziehungscurven mit in jedem Querschnitt gleichem magnetischen Moment, gebunden wird. Diese Vorstellung ist ganz analog der der elektrischen Molecularvertheilung und es können daher die für diese gültigen Gesetze auch auf die magnetische Vertheilung in Anwendung gebracht und mit Hülfe des ermittelten Coefficienten 480, welcher das Verhältniss zwischen dem Vertheilungswiderstande der Luft zu dem des Eisens ausdrückt, der Einfluss der Masse und Form des Eisens auf die Stärke eines herzustellenden magnetischen Feldes bestimmt werden.

Ist ein Eisenstab, auf dessen Mitte eine magnetisirende Kraft wirkt, nicht als unbegrenzt lang zu betrachten, so ist die für den unbegrenzten Stab berechnete Formel

$$\ln \frac{y}{y_1} = \frac{2}{r} x$$

des Magnetismus der Endflächen wegen nicht direct anwendbar.

Ganz anders gestaltet sich die Vertheilung des Magnetismus eines Stabes von begrenzter Länge, wenn man die magnetisirende Kraft gleichmässig auf alle Theile des Stabes einwirken lässt. Die Abnahme des magnetischen Momentes von der Mitte des Stabes nach den Enden verliert dann den logarithmischen Charakter und nimmt, wie VAN REES bereits nachgewiesen hat, den der Kettenlinie oder annähernd der Parabel an. Bei einem 150^{mm} langen Stabe von 7.70^{mm} Durchmesser, welcher in einer eng umschliessenden Glasröhre von nahe doppelter Länge, die mit einer Magnetisirungsspirale gleichmässig umwunden war, verschiebbar war, konnte das magnetische Moment jedes Querschnitts durch eine über die Mitte des Glasrohres gewickelte Inductionsspirale gemessen werden, wenn die Richtung des Magnetisirungsstromes umgekehrt wurde.

In der folgenden Tabelle sind die magnetischen Momente desselben Stabes in den Abständen 20 bis 70^{mm} von der Mitte angegeben, wenn die Magnetisirung gleichmässig und wenn sie von der Mitte aus geschah. Die Stromstärken wurden so gewählt, dass der Magnetismus am Stabende in beiden Fällen nahe derselbe war.

Entfernung x der secundären Rolle von der Stabmitte mm	Ausschläge y bei gleichmässiger Magnetisirung mm	Ausschläge bei Magnetisirung der Stabmitte mm
20	287	463
30	263	378
40	233	302
50	195	229
60	145	160
70	87	92

Nach der Scheitelgleichung der Parabel

$$\frac{x^2}{y} = 2p$$

berechnet, geben die Ausschläge der zweiten Spalte für gleichmässige Magnetisirung des Stabes die Werthe für $2p$ — 23 | 22 | 22 | 23 | 23 | 22. Berechnet man aus den Werthen der dritten Spalte nach der Formel

$$\ln\frac{y}{y_1} = \frac{2}{r}x$$

den Quotienten $\frac{y}{y_1}$ für die constante Verschiebung der Inductionsrolle um 10^{mm}, so erhält man die Werthe 1.25 | 1.25 | 1.32 | 1.4 | 1.4. Der Quotient der magnetischen Momente gleich weit von einander ent-

fernter Stellen des Stabes ist daher nicht constant, wie beim unbegrenzten Stabe, sondern er nimmt mit der Annäherung an das Stabende zu, wie zu erwarten war.

Van Rees hat gefunden, dass bei einem homogenen prismatischen Magnetstabe die magnetischen Momente der Querschnitte ebenso wie beim gleichmässig magnetisirten Eisenstabe parabolisch abnehmen. Es wird dies aber nur für solche Magnetstäbe geltend sein, denen bei der Magnetisirung ein gleichmässiges Moment über die ganze Länge des Stabes gegeben wurde. Nach Aufhören der magnetisirenden Kraft haben dann sämmtliche Molecularmagnete das gleiche Bestreben, wieder in den unmagnetischen Zustand zurückzugehen, woraus schliesslich dieselbe magnetische Gleichgewichtslage resultiren muss, wie sie beim gleichmässig magnetisirten Eisenstabe besteht.

Schliesslich möchte ich noch einige Bemerkungen an eine früher von mir an dieser Stelle gemachte Mittheilung[1] knüpfen.

Ich stellte damals die Theorie auf, dass die nach der Ampère-Weber'schen Theorie anzunehmenden Molecularmagnete aus je zwei mit entgegengesetzten Polen nahe einander gegenüberstehenden Elementarmagneten oder Solenoïden bestehen müssten, die zusammen in jeder Richtung frei und ohne Widerstand zu erleiden drehbar wären, durch äussere magnetisirende Kräfte aber in ähnlicher Weise gerichtet und auseinandergedreht würden, wie es bei — bis auf die Entfernung der Drehpunkte von einander frei beweglichen — astatischen Nadelpaaren der Fall sein würde. Es war mir damals nicht bekannt, dass Stephan bereits früher dieselbe Ansicht vertrat und werthvolle mathematische Betrachtungen an dieselbe geknüpft hatte. Nach meiner oben entwickelten Anschauung müsste nun, wie schon hervorgehoben, die Ampère'sche Theorie dahin erweitert werden, dass der ganze Weltraum mit Molecularsolenoïden oder, wenn man die Edlund'sche Anschauung theilt dass der elektrische Strom räumlich fortbewegter Aether sei, mit Aetherwirbeln erfüllt ist und dass diese in der magnetischen Materie in grösserer Anzahl vorhanden sind, als in der nicht magnetischen. Da nun eine auf die Molecularmagnete einwirkende magnetisirende Kraft nur dann einen merklichen Einfluss auf Auseinanderdrehung der gepaarten Elementarmagnete ausübt, wenn alle Nachbarn in dem magnetischen Kreise der Bewegung folgen und so ein in sich geschlossenes, der gegenseitigen Anziehung unterworfenes Gleichgewichtssystem herstellen können, so folgt daraus, dass die von der magnetisirenden Kraft direct bewirkte Drehung sehr klein sein muss gegen die gegenseitige Verstärkung der Drehung im geschlossenen magnetischen Kreise. Das

[1] A. a. O. S. 703.

erzeugte magnetische Moment muss also wesentlich das Product der gegenseitigen Verstärkung der Drehung sein, zu der die magnetisirende Kraft den Anlass giebt. Es tritt dem aber die Schwierigkeit entgegen, dass die Drehung nach Aufhören der magnetisirenden Kraft bei Abwesenheit von Coërcitivkraft auf Null zurückgeht. Ein solcher Gleichgewichtszustand lässt sich nicht anders als durch eine gleichzeitige Wirkung anziehender und abstossender Kräfte hervorgebracht vorstellen. Es müsste also durch das Zusammenwirken aller benachbarten anziehenden und abstossenden Molecularkräfte ein nahe, aber nicht ganz labiles Gleichgewicht der Elementarmagnete hervorgerufen werden, wenn den Thatsachen bei Annahme der AMPÈRE'schen Theorie entsprochen werden soll. Dass sich eine diese nothwendige Anforderung erfüllende Combination von Molecularkräften als möglich nachweisen lassen wird, wage ich nicht zu behaupten.

Ausgegeben am 30. October.



1884.
XLI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

23. October. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Schrader las: Die keilinschriftliche babylonische Königsliste.

Die Mittheilung wird in den Sitzungsberichten erscheinen.

Ausgegeben am 30. October.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.
XLII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

30. October. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. von Sybel las über Preussens deutsche Politik im Anfange des Jahres 1849. Die Mittheilung wird später erscheinen.

2. Hr. Auwers legte die mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen im Verlage von G. Reimer erschienenen »Photometrischen Beobachtungen von Fixsternen aus den Jahren 1876 bis 1883 von J. Th. Wolff, Berlin 1884« vor.

3. Derselbe überreichte im Auftrage des Verfassers, Hrn. Prof. Dr. Helmert in Aachen, den zweiten Band von dessen Werk »Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodaesie«.

4. Hr. Kronecker überreichte das 1. Heft des XIV. Bandes der unter besonderer Mitwirkung der HH. Felix Müller und Albert Wangerin von Hrn. Carl Ohrtmann herausgegebenen Fortschritte der Mathematik.

5. Hr. Waitz überreichte einen neuen Theil der Monumenta Germaniae historica: Diplomatum Regum et Imperatorum Germaniae T. I. P. III. Ottonis I. Imperatoris Diplomata.

6. Zu den folgenden Bewilligungen ist die Genehmigung des vorgeordneten Ministeriums erfolgt: von 750 Mark dem Docenten in der hiesigen medicinischen Facultät, Hrn. Dr. Georg Salomon, zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Xanthinkörper: von 5000 Mark

Hrn. Dr. phil. Georg Volkens hierselbst zur Erforschung der Vegetationsverhältnisse in der aegyptischen Wüste; von 5000 Mark Hrn. Prof. Greeff in Marburg zu einer Reise nach den Guinea-Inseln; von 180 Mark der G. Reimer'schen Verlagsbuchhandlung hierselbst als Beihülfe zur Herausgabe des 2. Heftes des V. Bandes der Etruskischen Spiegel von Gerhard.

Neue Bestimmungen der Elasticitäts-Constanten von Steinsalz und Flussspath.

Von W. Voigt
in Göttingen.

(Vorgelegt von Hrn. G. Kirchhoff am 23. October [s. oben S. 959].)

Bestimmungen der Elasticitäts-Constanten des Steinsalzes sind von mir vor neun Jahren mitgetheilt worden,[1] später hat einer meiner Schüler, H. Klang[2] in Königsberg, Beobachtungen nach derselben Methode am Flussspath angestellt. Die damals erhaltenen Resultate sind aber nur zum Theil haltbar, denn die Torsionsbeobachtungen sind nach einer von Hrn. Geh. Rath F. Neumann herrührenden Formel berechnet, welche sich als eine nicht genügende Annäherung an die strenge ergeben hat. Strenge Formeln für die Torsion krystallinischer Prismen in specieller Orientirung sind von Saint-Venant[3] gegeben worden und waren mir damals nicht bekannt; ich hatte auch nicht das Bedürfniss, von den Neumann'schen abzugehen und andere aufzusuchen, weil letztere die Beobachtungen, wie ich meinte, befriedigend darstellten. Nachdem indess von Saint-Venant[4] theoretisch die ungenügende Genauigkeit der den Neumann'schen analogen Cauchy'schen Gleichungen für unkrystallinische Medien gezeigt und die ausgezeichnete Übereinstimmung der Saint-Venant'schen Formeln mit der Beobachtung für unkrystallinische Medien auch durch meine Beobachtungen über die Elasticitäts-Constanten homogenen Glases[5] bestätigt worden ist, habe ich zunächst eine Erweiterung der classischen Saint-Venant'schen Betrachtungen auf beliebig orientirte krystallinische Medien versucht[6] und will nunmehr unter Rücksicht auf ihre Resultate das lange verlassene Problem der Bestimmung der Elasticitäts-Constanten für einige reguläre Krystalle von Neuem vornehmen.

[1] W. Voigt, Pogg. Ann. Erg. Bd. VII, S. 1 und 177. 1876.
[2] H. Klang, Wied. Ann. Bd. XII, S. 321. 1881.
[3] Saint-Venant, Mém. des Sav. étr. XIV, p. 370, 1856.
[4] Saint-Venant, C. R. XVII, p. 1080, 1843.
[5] W. Voigt, Wied. Ann. Bd. XV, S. 497, 1882.
[6] W. Voigt, Wied. Ann. Bd. XVI, S. 273, 1882.

Was die Constanten des Steinsalzes anbetrifft, so könnte man sie aus den alten Beobachtungen durch eine Berechnung nach den strengen Formeln erhalten. Ich habe bereits vor einiger Zeit das Resultat mitgetheilt,[1] dass die dann gefundenen Werthe sehr nahe mit derjenigen Poisson'schen Theorie übereinstimmen, welche die Anziehung der Molecüle in allen Richtungen mit gleicher Intensität stattfindend annimmt; ihre Werthe sind im Mittel

$$a = 4.60 \qquad b = 1.19 \qquad e = 1.26.$$

Indessen habe ich doch für besser gehalten, die Beobachtungen vollständig noch einmal anzustellen, weil ich gegenwärtig über vollkommenere Mittel zur Dimensionenbestimmung verfüge, als vor neun Jahren, weil ich gefunden habe, dass man die Gestalt der Krystallprismen noch regelmässiger, ihre Oberflächen noch feiner polirt herstellen kann, als dies mir selbst damals gelungen war, und weil ich mich überzeugt habe, dass man die noch übrig bleibende Unregelmässigkeit der Gestalt geschickter in Rechnung ziehen kann, als damals geschehen. Ausserdem bin ich durch die seitdem angestellten Elasticitäts-Beobachtungen zu der Ansicht gekommen, dass die bei den früheren Beobachtungen bemerkte scheinbare geringe Abweichung der Torsionswinkel von der Proportionalität mit dem Drehungsmoment von einer Fehlerquelle hergerührt hat, da ich sie bei keiner später benutzten Substanz bemerkt habe.

Die Beobachtungen am Flussspath zu wiederholen, war wo möglich noch nothwendiger, da dieselben hinsichtlich der Torsion in einer Weise angestellt sind, welche die Berechnung nach der strengen Formel unmöglich macht.

Ich werde zunächst angeben, wie ich bei den folgenden Biegungs-Beobachtungen die unregelmässige Gestalt der beobachteten Prismen in Rechnung gezogen habe.

Sei L die Länge, B die Breite, D die Dicke, E der sogenannte Elasticitäts-Coëfficient des Prisma's und P die in der Mitte seiner Länge angebrachte Belastung, so ist die Differentialgleichung der Curve seiner Mittelfaser

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{6\left(\frac{L}{2} - x\right)P}{EBD^3},$$

dabei die X-Axe in die Prismenaxe gelegt und von der Belastungsstelle nach dem freien Ende gerechnet. Nimmt man B mit x constant, aber

$$D = D_0\,(1 + dx + d_1x^2)$$

[1] W. Voigt, Ber. der Berl. Akad. d. Wiss. XXXVII, S. 971, 1883.

und dL sowie $d_1 L^2$ klein gegen 1 an, so dass man nur bis zu den Gliedern $(dL)^2$ und $d_1 L^2$ zu gehen braucht, so giebt die vorige Gleichung:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{6\left(\frac{L}{2} - x\right)P}{EBD_0^3}\left(1 - 3dx - 3(d_1 - 2d^2)x^2\right).$$

Sie gilt für die eine Hälfte des Stabes; für die andere ist die X-Axe von der Mitte nach dem andern Ende des Stabes zu rechnen und in der obigen Formel (2) d mit $-d$ rechts zu vertauschen. Die Integrations-Constanten bestimmt man, indem man für $x = 0$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_1 = -\left(\frac{dy}{dx}\right)_2$$

und

$$y_1 = y_2$$

setzt, aber für $x = \frac{L}{2}$

$$y_1 = y_2 = 0.$$

Dann erhält man für die Biegung d. h. die Senkung der Stelle $x = 0$:

$$\eta = \frac{PL^3}{4EBD_0^3}\left(1 - \frac{3L^2}{40}(d_1 - 2d^2)\right) = \frac{PL^3}{4EB(D)^3},$$

Wenn man als Dicke des Prisma's

$$(D) = D_0\left(1 + \frac{L^2}{40}(d_1 - 2d^2)\right)$$

in Rechnung zieht. Die Beobachtung von D fand bei allen Prismen an einer Anzahl von $(n + 1)$ gleich weit von einander abstehenden Stellen statt, d. h. es wurde gemessen

$$D_0 = D_0$$

$$D_{\pm 1} = D_0\left(1 \pm \frac{dL}{n} + \frac{d_1 L^2}{n^2}\right)$$

$$D_{\pm 2} = D_0\left(1 \pm \frac{2dL}{n} + \frac{4d_1 L^2}{n^2}\right)$$

— — — — — —

Setzt man

$$\frac{dLD_0}{n} = \Delta, \quad \frac{d_1 L^2 D_0}{n^2} = \Delta,$$

also

$$D_{\pm h} = D_0 \pm h\Delta + h^2\Delta,$$

so wird das in Rechnung zu ziehende (D):

$$(D) = D_0 + \frac{n^2}{40}\left(\Delta_1 - \frac{2\Delta^2}{D_0}\right). \qquad 1.$$

Bei den Torsionsbeobachtungen ist einfach die mittlere Dicke auf der benutzten Länge in Rechnung zu ziehen.

Dasselbe kann ohne merklichen Fehler hinsichtlich der Breite sowohl bei Biegung als bei Drillung geschehen.

Die Bestimmung der Dimensionen der benutzten Krystallstäbchen geschah mit Hülfe eines Sphärometers von G. Heyde in Dresden, welches ich der Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften verdanke. Die Construction dieses Instrumentes weicht in sofern von der gebräuchlichen, z. B. der von Herrmann und Pfister in Bern (Wüllner, Physik I, S. 22, 1874), ab, als der Moment der Berührung des zu messenden Gegenstandes nicht durch die Bewegung der Blase einer Wasserwaage, sondern durch die Unterbrechung eines galvanischen Stromes markirt wird. Dieser Strom wird von einem Inductionsapparat geliefert und wirkt auf ein nahe dem Ohr des Beobachters befestigtes Telephon; auf diese Weise ist eine absolut feste Aufstellung des Sphärometers, wie sie die ältere Construction fordert, unnöthig und man kann mit Leichtigkeit bei wiederholten Messungen eine Übereinstimmung bis auf $0.^{mm}0005$ erhalten.

Zum Graduiren des Instrumentes habe ich eine Ecke eines Deckgläschens, dessen Dicke ca. $0.^{mm}066$ war, an verschiedenen Stellen der benutzten Umgänge gemessen, zu welcher Operation eine einfache Einrichtung angebracht ist, und darnach die Correction des Instrumentes berechnet. Da dieselbe sich nirgends wesentlich über $0.^{mm}0005$ erhob, so konnte sie bei meinen Beobachtungen vernachlässigt werden.

Den absoluten Werth eines Schraubenganges erhielt ich, indem ich am Sphärometer statt des beweglichen Tellers ein horizontales Mikroskop anbrachte und mittelst desselben verschiedene Theilstriche des Normalmeters des hiesigen physikalischen Institutes einstellte. Ich habe dadurch das Resultat erhalten, dass etwa 992.7 Trommeltheile des Sphärometers bei mittlerer Zimmertemperatur einem Millimeter entsprechen; doch sind wegen der Dicke der Theilstriche die Zehntel in obigem Werthe kaum sicher.

I. Steinsalz.

Die Steinsalzstäbchen sind aus Stassfurter Spaltungsstücken von Dr. Steeg und Reuter in Homburg v. d. Höhe angefertigt. Sie gehören nur zwei verschiedenen Gattungen an; beide liegen mit der Schmalseite parallel einer Würfelfläche, aber die Längsaxe der einen (W) fällt in die Normale einer Würfelfläche, die der andern (G) in die einer Granatoëderfläche.

Die genaue Bestimmung der Dimensionen zeigte sich ausserordentlich schwierig und ich bin trotz aller Anstrengungen zu keinen

mich völlig befriedigenden Resultaten gekommen. Wegen der Weichheit des Steinsalzes sind nämlich die Hauptflächen der Stäbchen höchst unregelmässig gekrümmt; ich habe diesen Umstand zu berücksichtigen gesucht, indem ich die Dicken stets an 28 Stellen maass, nämlich in vier Punktreihen parallel der Längsaxe, von welchen zwei nahe der Mitte, zwei nahe den Kanten der Breitseiten lagen. Die Resultate dieser Messungen ($D = 1500 + \delta$ gesetzt) sind in den folgenden Tafeln enthalten; jede Zahl ist das Mittel aus mindestens vier Einstellungen. Unter die Mittel der für jeden Querschnitt beobachteten Zahlen sind zur Vergleichung die nach der obigen Formel berechneten gestellt. Die Einheiten sind Trommeltheile des Sphärometers ($= 1/992.7^{mm}$).

Eine weitere Unsicherheit kam in die Dickenmessungen durch einen anderen Umstand. Die Stäbchen waren sofort nach ihrer Herstellung in dickflüssiges venetianisches Terpentin eingeschmolzen und wurden vor den Beobachtungen durch Waschen mit erwärmtem Terpentinöl davon befreit. Offenbar hängt nun die letzte Schicht sehr fest oder man beseitigt bei wiederholtem Abpoliren auch eine oberflächliche Schicht Steinsalz:[1] kurz nach 5 bis 10 Mal wiederholtem Abwaschen und Abpoliren erschienen die Stäbchen jedesmal um kleine Beträge dünner. Ich habe demgemäss die Reinigung sehr oft vorgenommen, ehe ich an die definitiven Dimensionenbestimmungen und die Biegungen und Drillungen ging — irgend eine Garantie dafür, dass die gemessenen Dicken sich auf das reine Steinsalz beziehen, kann ich freilich nicht geben.

Die Breiten ($B = 6000 + \beta$) sind ebenfalls mit dem Sphärometer gemessen und in Trommeltheilen desselben angegeben; die beiden Reihen Zahlen beziehen sich auf Messungen in umgekehrter Lage

Dimensionen.

$D = 1500 + \delta$; $B = 6000 + \beta$

W. I.

$\delta =$	71	88	98.5	104	107	108	100
	72	84	97.5	105	103	104	97
	77.5	86	95	101	105	107	99
	73.5	76.5	86.5	92.5	96.5	96.5	90
Mittel:	73.5	83.5	94.5	100.5	104	104	96.5
ber.	72.1	85.1	94.7	100.7	103.3	102.3	97.9

$\delta_0 = 100.7$ $\Delta = 4.3$ $\Delta_1 = -1.7$

[1] Im Allgemeinen dürfte das erstere stattfinden. Stäbchen W. IV gab auffällig kleine Biegungscoëfficienten; nach einer wiederholten gründlichen Reinigung zeigte sich die Dicke um circa 0.002^{mm} verringert, die Grösse der Biegung merklich unverändert.

$\beta = 33$	43	43	44	48	45	30
30	37	40	43	44	40	32
Mittel: 31.5	40	41.5	43.5	46	42.5	31.

W. II.

$\delta = -8$	6	15	20	25	27	19
4	18	26	31	35	37	30
8	22	30	35	39	40	33
12	26	36	40	45	47	42
Mittel: 4	18	27	31.5	36	38	31.
ber. 4.4	17.3	26.9	33.2	36.1	35.7	32.0

$\delta_0 = 33.2$ $\Delta = 4.6$ $\Delta_1 = -1.67$

$\beta = 18$	22	25	23	22	24	15
20	23	27	24	25	25	15
Mittel: 19	23	26	24	23	24	15.

W. III.

$\delta = 82$	85	86	84	80	73	60
72	80	79.5	78	73	67	55
69	80.5	81.5	78	74.5	68.5	56.5
60	67	68	64	60	53	39
Mittel: 71	78	79	76	72	65	53
ber. 71.7	76.8	78.6	77.1	72.4	64.4	53.1

$\delta_0 = 77.1$ $\Delta = 3.1$ $\Delta_1 = -1.63$

$\beta = 26$	38	41	45	46	38	26
34	44	44	46	39	34	23
Mittel: 30	41	43	45	43	35	24

W. IV.

$\delta = 13$	26	31	35	41	41	36
30	42.5	47	51	57	58	54
31	40	47	54	59	60	52.5
42	54	59	63	72	74	65
Mittel: 29	40.5	46	51	57	58	52
ber. 28.8	39.4	47.4	52.8	55.6	55.8	53.4

$\delta_0 = 52.8$ $\Delta = 4.1$ $\Delta_1 = -1.3$

$\beta = 52$	50	52	48	48	48	40
40	49	53	45	54	49	38
Mittel: 46	50	52	47	51	48	39

$D = 1500 + \delta$ $B = 5500 + \beta$

Gr. I.

$\delta = 100$	82	58.5	37.5	23	17	13
111	92	64	43	29.5	26	24
112.5	93	66.5	44.5	31.5	27	24
114	92	64	41.5	28.5	26	24
Mittel: 109.5	90	63	41.5	28	24	21
ber. 112.7	84.7	61.7	43.7	30.7	22.7	19.7

$\delta_0 = 43.7$ $\Delta = 15.5$ $\Delta_1 = 2.5$

$\beta = 336$	396	415	425	437	450	428
343	398	417	427	432	439	425
Mittel: 340	397	416	426	434	445	426.

Gr. II.

δ = 36	54	65	76.5	94	115	129
42.5	58.5	68.5	81	99.5	120.5	136.5
43	60	70.5	82	100.5	121	140.5
38	52	63	76	95	115.5	134.5
Mittel: 40	56	67	79	97	118	135
ber. 46	54.5	65.5	79.2	95.7	115.0	137.1

$\delta_0 = 79.2$ $\Delta = 15.1$ $\Delta_1 = 1.36$

β = 418	427	425	426	409	398	378
417	427	424	420	417	400	382
Mittel: 418	427	425	423	413	399	380.

Gr. III.

δ = 101	77	49	27	16	16	12
108.5	86	55.5	33.5	22.5	22	16.5
110.5	85	57.5	35.5	24.5	24	19.5
109	87	58	33	22	21.5	16.5
Mittel: 107	84	55	32	21	21	16
ber. 109.7	78.8	52.1	35.6	23.3	17.2	17.3

$\delta_0 = 35.6$ $\Delta = 15.4$ $\Delta_1 = 3.1$

β = 376	403	419	426	432	446	418
376	403	415	426	434	440	419
Mittel: 376	403	417	426	433	443	418.

Gr. IV.

δ = 98	81	59	37	20	8	−10
108	90	67	45	27	14	−3
110	91	69	47	30	17	0
112	93	71	48	31	18	0
Mittel: 107	89	66.5	44	27	14	−3
ber. 106.2	84.5	63.5	44.1	26.3	10.1	−4.5

$\delta_0 = 44.1$ $\Delta = 18.6$ $\Delta' = 0.8$

β = 395	421	416	414	403	390	371
403	417	416	415	399	387	374
Mittel: 399	419	416	414	401	388	373.

Die Messungen der Biegungen sind in der früher beschriebenen Weise[1] angestellt. Jedes Stäbchen wurde erst mit der einen, dann mit der anderen Breitseite auf die Lager aufgelegt und belastet; dem entsprechend ergaben sich die zwei Gruppen-Werthe, die mit »1. Lage« und »2. Lage« bezeichnet sind. In jeder Gruppe sind zwei Reihen Zahlen vorhanden, welche durch Messungen an gegenüberliegenden Stellen der Schraube des Mikrometer-Mikroskopes erhalten sind; das Mittel beider Reihen ist frei von dem Fehler der Schraube, der stellenweise über 1 Trommeltheil beträgt, die einzelnen Reihen aber nicht. Jede Zahl ist das Mittel aus mindestens vier Einstellungen.

Die Längen L der Stäbchen sind in Millimetern, die Querdimensionen D und B in Trommeltheilen des Sphärometers ($= 1/992.7^{mm}$) die Biegungen η in solchen des Mikrometer-Mikroskopes ($= 1/1009^{mm}$)

[1] W. Voigt, Pogg. Ann. Erg. Bd. VIII, S. 13, 1875.

angegeben, die Belastung P in Grammen. Aus diesen Zahlen ist dann der sogenannte Elasticitäts-Coëfficient E $\left(\text{oder } \mathrm{E} = \frac{1}{E}\right)$ für die beiden Gattungen von Stäbchen W. und G. nach der Formel

$$E = \frac{L^3}{4\eta_1 BD^3} \qquad 2.$$

berechnet und in Millionen Grammen ausgedrückt; η_1 ist die der Belastung mit 1 Gramm entsprechende Biegung, ϑ die Beobachtungstemperatur in Celsius-Graden.

Biegungen.

W. I. $L = 64$, $B = 6041$, $D = 1599.2$, $P = 100$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta = 63.0$ 62.8 62.5 62.8
61.8 61.6 61.4 61.7
2. Lage $\eta = 62.6$ 62.3 62.4 62.1
62.2 62.1 62.4 62.5

$\eta_1 = 0.622_5$ $\quad E_w = 4.17_5$.

W. II. $L = 64$, $B = 6023$, $D = 1531.7$, $P = 100$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta = 71.4$ 71.4 71.6
70.6 70.5 70.8
2. Lage $\eta = 70.1$ 70.0 70.0
71.5 71.4 71.4

$\eta_1 = 0.709_0$ $\quad E_w = 4.18_4$.

W. III. $L = 64$, $B = 6039$, $D = 1575.6$, $P = 100$, $\vartheta = 19°5$.

1. Lage $\eta = 65.1$ 65.0 65.0
63.7 63.8 63.9
2. Lage $\eta = 64.0$ 63.6 64.0
65.5 65.5 65.4

$\eta_1 = 0.645_5$ $\quad E_w = 4.21_0$.

W. IV. $L = 64$, $B = 6049$, $D = 1551.6$, $P = 100$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta = 66.3$ 66.8 67.0 66.5
68.2 68.8 68.2 68.3
2. Lage $\eta = 68.3$ 69.0 68.5 67.9
68.6 68.8 68.7 68.7

$\eta_1 = 0.681_0$ $\quad E_w = 4.17_5$.

Mittelwerth:

$E_w = 4.18_6$ $\quad \mathrm{E}_w = 0.2389$.

G. I. $L = 64$, $B = 5917$, $D = 1545.7$, $P = 100$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta = 84.4$ 84.6 84.7
84.8 84.8 84.8
2. Lage $\eta = 85.1$ 84.5 84.8
85.0 84.8 84.7

$\eta_1 = 0.848$ $\quad E_g = 3.46_8$.

G. II. $L = 64$, $B = 5914$, $D = 1580.2$, $P = 100$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta = 78.5$ 78.7 78.8
79.0 79.4 79.5
2. Lage $\eta = 79.8$ 79.6 79.4
78.5 78.6 78.8

$\eta_1 = 0.790_5$ $\quad E_g = 3.48_0$.

G. III. $L = 64$, $B = 5935$, $D = 1538.1$, $P = 100$, $\vartheta = 18°$.

1. Lage $\eta =$	85.2	85.2	84.9
	86.0	86.0	86.2
2. Lage $\eta =$	85.2	86.0	85.6
	84.2	84.7	84.6

$\eta_1 = 0.853$ $\quad E_g = 3.48_8$.

Gr. IV. $L = 64$, $B = 5904$, $D = 1544.4$, $P = 100$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta =$	84.2	83.8	84.3
	85.0	84.9	85.3
2. Lage $\eta =$	84.5	84.5	84.7
	84.2	84.6	84.8

$\eta_1 = 0.846$ $\quad E_g = 3.49_1$.

Mittelwerth:

$$E_g = 3.48_2, \qquad \mathrm{E}_g = 0.2871.$$

Diese Werthe für E_w und E_g sind merklich grösser, als die früher von mir erhaltenen Zahlen:[1]

$$E_w = 4.103 \qquad E_g = 3.410$$

desgl. als die von Hrn. Koch[2] mitgetheilten:

$$E_w = 4.033 \qquad E_g = 3.395.$$

Was meine früheren Beobachtungen anbetrifft, so glaube ich klar zu erkennen, weshalb sie zu kleine Werthe liefern mussten: bei ihnen sind nämlich die Dicken nur sehr nahe der Mittellängslinie der Stäbchen gemessen,[3] also da, wie die S. 993 und 994 hier mitgetheilten Werthe zeigen, die Flächen nicht eben, sondern gekrümmt sind, zu gross in Rechnung gezogen.

Hr. Koch[4] giebt nur an, dass er die Dicke an zwölf Stellen beobachtet hat, aber nicht, wie dieselben vertheilt waren; ich kann also nicht beurtheilen, ob nicht vielleicht bei ihm dieselbe Fehlerquelle vorliegt, wie bei meinen früheren Beobachtungen.

Die Methode der Torsionsbeobachtungen ist ebenfalls früher ausführlich beschrieben worden;[5] ich erwähne daher nur, dass die gegenseitige Drehung zweier Querschnitte der Stäbchen an auf den Stäbchen mit Klammern befestigten Spiegeln mittelst Fernrohr und Scala (Abstand von den Spiegeln $A = 2652^{\mathrm{mm}}$) bestimmt wurde und ein besonderes Verfahren die Elimination der Reibung der Drehungsaxen gestattete.

Die folgenden Tabellen enthalten ausser den in Rechnung zu ziehenden Dimensionen L, B, D in den früheren Einheiten zunächst die Belastung P in Grammen, mit der operirt wurde und die stattfindende

---

[1] W. Voigt, Pogg. Ann. Bd. VII. S. 45, 1876.
[2] K. R. Koch, Wied. Ann. Bd. V. S. 251, 1878.
[3] W. Voigt l. c. S. 18.
[4] K. R. Koch, Ber. der Freib. nat. Ges. Bd. VIII. S. 9, 1881.
[5] W. Voigt l. c. S. 181.

Temperatur ϑ — darauf in zwei Reihen die Anzahl σ der Scalentheile (Millimeter), um welche die Bilder in den beiden Spiegeln sich gegenseitig bei einer Belastung Sa (Wagschale) $Sa + P$, $Sa + 2P$ verschoben, ferner σ_0 den Scalenstrich, von welchem aus die Drehung stattfand. Aus ihnen ist nach der Formel $(\sigma + \sigma_0)/A = \operatorname{tg} 2(\tau + \tau_0)$ die jeder Belastung entsprechende Drehung τ und hieraus die für 1 Gramm Belastung gültige τ_1 berechnet. ρ giebt an, um wie viel die Ablesungen im Mittel differirten, wenn man zu derselben Belastung von grösseren oder kleineren Werthen überging, d. h. das Maass der Reibung und hat keine besondere Verwendung.

Aus diesen Zahlen berechnet sich für die Stäbchen von der Gattung W. der Torsionscoëfficient T_w nach der Formel:

$$T_w = \frac{3RL}{\tau_1 BD^3\left(1 - \frac{3\lambda}{16}\frac{D}{B}\right)}, \qquad 3.$$

in welcher R der Hebelarm ist, an dem die Belastung wirkt und der für meinen Apparat $= 36.79^{mm}$ war, λ aber eine complicirte Function des Verhältnisses B/D bezeichnet, die für Werthe, die 2 übersteigen, merklich constant $= 3.361$ ist.

Drillungen.

W. I. $L = 44.75$, $B = 6043$, $D = 1598.2$, $P = 10$, $\vartheta = 21°$.

lR. $\sigma = 9.8$ 29.1 48.2 $\sigma_0 = -25$ $\rho = 2.4$

rR. $\sigma = 9.6$ 28.6 47.6 $\sigma_0 = +70$ $\rho = 2.4$

$\tau_1 = \mathbf{0.000180_0}$ $\quad T_w = \mathbf{1.29_6}$.

W. II. $L = 45.65$, $B = 6024$, $D = 1530.6$, $P = 10$, $\vartheta = 21°$.

rR. $\sigma = 10.8$ 32.8 54.8 $\sigma_0 = -10$ $\rho = 3.0$

lR. $\sigma = 10.8$ 33.2 55.2 $\sigma_0 = -95$ $\rho = 4.0$

$\tau_1 = \mathbf{0.000.208_5}$ $\quad T_w = \mathbf{1.29_2}$.

W. III. $L = 46.2$, $B = 6042$, $D = 1574.6$, $P = 10$, $\vartheta = 20°$.

lR. $\sigma = 10.5$ 31.0 51.5 $\sigma_0 = -70$ $\rho = 3.0$

rR. $\sigma = 10.1$ 30.7 51.4 $\sigma_0 = +10$ $\rho = 3.0$

$\tau_1 = \mathbf{0.000194_5}$ $\quad T_w = \mathbf{1.29_2}$.

W. IV. $L = 45.4$, $B = 6050$, $D = 1550.7$, $P = 10$, $\vartheta = 20°$.

rR. $\sigma = 10.5$ 31.7 52.9 $\sigma_0 = +50$ $\rho = 3.5$

lR. $\sigma = 10.8$ 32.1 53.2 $\sigma_0 = -70$ $\rho = 3.0$

$\tau_1 = \mathbf{0.000199_8}$ $\quad T_w = \mathbf{1.28_9}$.

Diese vier Beobachtungsreihen am Stäbchen der Gattung W. geben als Mittelwerth der Resultate:

Mittelwerth $T_w = 1.292$, $\mathrm{T}_w = 0.774_0$,

wenn $\mathrm{T} = \frac{1}{T}$ gesetzt wird.

Da in den Elasticitäts-Constanten a, b und e:

$$E_w = \frac{a+b}{(a-b)(a+2b)}, \quad E_g = \frac{1}{4e} + \frac{a}{2(a-b)(a+2b)}, \quad T_w = \frac{1}{e}$$

ist,[1] so folgt aus den vorstehend gefundenen Zahlen:

$$a = 4.75_3 \qquad b = 1.31_3 \qquad e = 1.29_2 .$$

Diese Werthe der Elasticitäts-Constanten des Steinsalzes beziehen sich auf die Temperatur 20° C. und sind in Millionen Grammen ausgedrückt. Sie zeigen, dass innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler die Relation

$$b = e$$

gilt, auf welche POISSON[2] theoretisch gekommen ist, indem er die Krystalle als Systeme von Massentheilchen ansah, welche nach allen Richtungen hin gleichmässig wirken, also keine Polarität besitzen. Dass diese Annahme der Wirklichkeit nicht streng entspricht, ist wohl sicher, denn sie macht die Bildung eines Krystalles unbegreiflich; es ist aber von Interesse, dass bei Steinsalz die Polarität der Molecüle so gering ist, dass sie auf die Elasticitäts-Verhältnisse nicht merklich einwirkt.

Ich theile schliesslich noch die Beobachtung der Drillung eines Stäbchens G. mit. Sie gab:

G. I.	$L = 44.95$,	$B = 5924$,	$D = 1547.5$,	$P = 10$,	$\vartheta = 20°$
l. R.	$\sigma = 9.7$	25.7	41.6	$\sigma_0 = -185$	$\rho = 4.5$
r. R.	$\sigma = 10.2$	25.9	41.7	$\sigma_0 = -23$	$\rho = 4.2$

$$\tau_1 = 0.0002003$$

Berechnet man hieraus nach der Formel:

$$T_w = \frac{3RL}{\tau_1 B D^3 \left(1 - \frac{3\lambda}{16}\sqrt{\frac{2e}{a-b}}\frac{D}{B}\right)} \qquad 4.$$

die Constante T_w, wobei in dem kleinen Glied im Nenner für a, b, e die obigen Werthe einzusetzen sind, so findet man $T_w = 1.27_6$ also vollständig genügende Übereinstimmung mit den Resultaten der Beobachtung an den Stäbchen W.

II. Flussspath.

Die Flussspathstäbchen sind aus einem fast wasserhellen Spaltungsstück, vom Brienzer See stammend, welches ich der Freundlichkeit von Hrn. Prof. C. KLEIN verdanke, von VOIGT und HOCHGESANG in

[1] W. VOIGT, WIED. Ann. Bd. XVI, S. 409, 1882.

[2] POISSON, Mém. de l'Ac. XVIII, p. 119, 1842.

Göttingen hergestellt. Sie gehören, wie bei dem oben behandelten Steinsalz, ausschliesslich zu den Gattungen W. und G. und zwar waren durch eine Reihe von Unglücksfällen, die zumeist auf der grossen Spaltbarkeit und Sprödigkeit des Flussspaths beruhen, von der ersten Gattung beim Beginn der eigentlichen Messungen nur noch zwei Stück vorhanden.

Die angestellten Beobachtungen theile ich in derselben Anordnung wie oben mit.

Dimensionen.

$D = 500 + \delta$ $B = 5000 + \beta$

W. III.

$\delta =$	123	137	144.5	151	152.5
	127	138	147	152	154
	126.5	139	147	153.5	156
	128	139.5	150	155	156
Mittel:	126	138.5	147	153	154.5
ber.	126.1	138.4	147.4	152.8	154.7

$\delta_0 = 147.4$ $\Delta = 7.15$ $\Delta_0 = -1.75$

$\beta =$	362	355	347	338	330
	364	355	350	337	330
	363	355	348	338	330.

W. IV.

$\delta =$	126	134	141	143	144
	126	134	140	142	145
	126	135	141	142	144
	124	133	140	141	142
Mittel:	125.5	134	140.5	142	144
ber.	125.6	134.0	139.8	143.0	143.6

$\delta_0 = 139.8$ $\Delta = 4.5$ $\Delta_1 = -1.3$

$\beta =$	365	359	351	343	336.5
	363	359.5	351	344	339
Mittel:	364	359	351	343.5	338.

Gr. I.

$\delta =$	393	401	407	412	417	422	427
	400	408	413.5	419	427	431	433
	400.5	408	413	419	424	429	431
	401	409	415	420	426	431	434
Mittel:	398.5	406.5	412	417.5	423.5	428	431
ber.	398.8	405.9	412.4	418.1	423.2	427.5	431.2

$\delta_0 = 418.1$ $\Delta = 5.4$ $\Delta_1 = -0.34.$

$\beta =$	313	314	311	310	310	312	312
	321	310	311	311	311	314	316
Mittel:	318	312	311	310	311	313	314.

Gr. II.

$\delta =$	434	425.5	417.5	410.5	403.5	396.5	388.5
	434	424.5	417	409.5	402.5	395	387
	434	426.5	417.5	411	405	397.5	388.5
	432	423	416	409	403	396.5	388
Mittel:	433.5	425	417	410	403.5	396.5	388
ber.	432.4	425.3	418.1	410.8	403.2	395.7	388

$\delta_0 = 410.8$ $\Delta = 7.4$ $\Delta_1 = -0.07$

$\beta = 316$	317.5	315.5	316	317.5	321.5	321.5
320	317.5	314.5	313	315	316.5	316.5
Mittel: 318	317.5	315	314.5	316	319	319.

Gr. IV.

$\delta =$	111	125	135.5	141.5	142.5
	117.5	127.5	139.5	144.5	147.5
	119.5	131.5	143	149.5	151.5
	124	138	149	154	157
Mittel:	118	130.5	142	147.5	149.5
ber.	117.9	131.5	141.4	147.5	149.9

$\delta_0 = 141.4$ $\Delta = 8.0$ $\Delta_1 = -1.93$

$\beta =$	310	309.5	310	310	315
	307	308.5	307	308	313
Mittel:	308.5	309	308.5	309	314.

Gr. V.

$\delta =$	144	146.5	144	132	116
	148	150	147	135.5	121
	148	151	148.5	138	120
	150	152.5	151	139.5	124
Mittel:	147.5	150	147.5	136	120
ber.	147.4	150.4	146.8	136.6	119.8

$\delta_0 = 146.8$ $\Delta = 6.9$ $\Delta_1 = -3.3$

$\beta =$	320.5	320.5	319.5	319	323.5
	321.5	321	319	318	321.5
Mittel:	321	321	319	318.5	322.5.

Nach diesen Zahlenwerthen sind also die Flussspathstäbchen wesentlich regelmässiger gestaltet, als die Steinsalzstäbchen.

Biegungen.

W. III. $L = 42$, $B = 5347$, $D = 646.6$, $P = 50$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta =$	44.4	43.9	44.3
	44.7	45.0	44.5
2. Lage $\eta =$	46.0	45.5	45.1
	45.0	44.9	44.7

$\eta_1 = \mathbf{0.896}$ $\quad E_w = \mathbf{14.0_4}$.

W. IV. $L = 40.1$, $B = 5351$, $D = 639.2$, $P = 60$, $\vartheta = 20°$.

1. Lage $\eta =$	48.1	48.5	48.7
	49.8	49.9	49.6
2. Lage $\eta =$	49.4	49.4	49.4
	48.8	49.0	48.6

$\eta_1 = \mathbf{0.818_3}$ $\quad E_w = \mathbf{13.8_4}$.

Mittelwerth:

$E_w = \mathbf{13.9_4}$, $\quad \mathrm{E}_w = \mathbf{0.0717_5}$.

G. I. $L = 48$, $B = 5313$, $D = 917.8$, $P = 100$, $\vartheta = 21°5$.

1. Lage $\eta =$	70.4	69.4	69.8	69.5
	69.0	68.7	68.8	69.3
2. Lage $\eta =$	71.0	71.0	70.3	71.0
	70.2	69.6	69.6	70.3

$\eta_1 = \mathbf{0.698_5}$ $\quad E_g = \mathbf{9.46_0}$.

G. II. $L = 36$, $B = 5317$, $D = 910.6$, $P = 150$, $\vartheta = 20°$ (?)

1. Lage $\eta = 43.6$ 43.3 43.2
44.9 45.0 44.6
2. Lage $\eta = 46.0$ 45.5 45.7
44.1 43.7 44.2

$\eta_1 = 0.297$ $E_g = 9.61.$

G. IV. $L = 48.3_5$, $B = 5310$, $D = 640.6$, $P = 50$, $\vartheta = 19°.0.$

1. Lage $\eta = 104.7$ 104.9 104.5
104.0 104.5 104.3
2. Lage $\eta = 103.5$ 103.5 103.2
103.8 103.5 103.7

$\eta_1 = 2.08_0$ $E_g = 9.51_5.$

G. V. $L = 48.0$, $B = 5320$, $D = 645.4$, $P = 50$, $\vartheta = 20°$ (?).

1. Lage $\eta = 100.0$ 99.8 99.7 100.0
100.0 99.6 100.2 99.8
2. Lage $\eta = 99.5$ 99.0 99.2 99.3
99.0 99.3 99.0 99.4

$\eta_1 = 1.99_1$ $E_g = 9.52_5.$

Mittelwerth:

$E_g = 9.52_7$, $\mathrm{E}_g = 0.1050.$

Auch dieser Werth E_g ist (wie die betreffenden Zahlen beim Steinsalz) merklich grösser, als das Resultat älterer Beobachtungen. Hr. H. Klang[1] hat dafür 9.15 gefunden; da die Beobachtungen aber unter meiner Leitung angestellt sind, so weiss ich, dass sie die oben erörterte Fehlerquelle nicht vermieden haben, also nothwendig ein etwas zu kleines Resultat ergeben mussten. Ob ausserdem die beiden Stücken Flussspath etwas verschiedene Constanten besessen haben, ist nicht zu entscheiden.

Die Drillungsbeobachtungen waren bei Flussspath besonders schwierig, da die Stäbchen durch den Druck, den sie von den Spiegelklemmen erleiden mussten, gerne zersprangen; so ging noch das eine der beiden Stäbchen W. zu Grunde, und um eine gute Bestimmung der Torsions-Constanten T_w zu erhalten, konnte ich nur das einzig übrige Stäbchen W. IV. in verschiedenen Längen beobachten und war im Übrigen auf die Beobachtungen an den Stäbchen G. angewiesen. Ich benutzte von ihnen nur IV und V, weil bei ihnen das Verhältniss D/B klein war und dies nach der Formel (4) Vortheil bringt. Die Entfernung der Scala vom Spiegel war hier $A = 2656^{\mathrm{mm}}$

Drillungen.

W. IV. $L = 23.85$, $B = 5351$, $D = 639.5$, $P = 0$, $\vartheta = 20°.$

lR. $\sigma = 16.9$ 35.4 53.9 $\sigma_0 = +122$ $\rho = 3.3$
rR. $\sigma = 17.2$ 35.7 54.1 $\sigma_0 = +35$ $\rho = 2.2$

$\tau_1 = 0.000578_3$ $T_w = 3.415.$

[1] H. Klang, Wied. Ann. Bd. XII, S. 327, 1881.

$L = 36.05$, $B = 5351$, $D = 640.2$ $P = 6$, $\vartheta = 21°$.

	σ			σ_0	ρ
lR.	$\sigma = 25.6$	53.5	81.4	$\sigma_0 = +30$	$\rho = 3.5$
rR.	$\sigma = 26.3$	54.3	82.1	$\sigma_0 = +80$	$\rho = 2.3$

$$\tau_1 = 0.000875 \qquad T_w = 3.39_5.$$

Nimmt man hiervon den Mittelwerth $T_w = 3.40$, so kann man mit ihm und den Zahlen für E_w und E_g die Constanten a, b und e der Formel (4) berechnen und dieselbe — da jene Werthe nur in einem kleinen Gliede vorkommen — dann zur Bestimmung von T_w aus Beobachtungen an den Stäbchen G. benutzen.

G. IV. $L = 33.2$, $B = 5309$, $D = 640$, $P = 5$, $\vartheta = 19.5°$.

	σ			σ_0	ρ
rR.	$\sigma = 24.2$	45.8	67.5	$\sigma_0 = -260$	$\rho = 3.0$
lR.	$\sigma = 23.1$	44.4	66.1	$\sigma_0 = -60$	$\rho = 3.5$

$$\tau_1 = 0.000810 \qquad T_w = 3.34_4.$$

G. V. $L = 31.0_5$, $B = 5320$, $D = 646.7$, $P = 6$, $\vartheta = 21.5$.

	σ			σ_0	ρ
rR.	$\sigma = 21.7$	44.9	68.0	$\sigma_0 = 0$	$\rho = 2.0$
lR.	$\sigma = 21.5$	44.6	67.8	$\sigma_0 = -20$	$\rho = 2.2$

$$\tau_1 = 0.000727_5 \qquad T_w = 3.36_6.$$

Diese Werthe stimmen durchaus befriedigend mit den obigen und enthalten eine neue Bestätigung der Theorie. Ausserdem geben sie den gesammten

Mittelwerth $T_w = 3.38_0$, $\mathrm{T}_w = 0.296_0$.

Aus diesen drei Zahlen:

$$E_w = \frac{a+b}{(a-b)(a+2b)} = 0.0717_5,$$

$$E_g = \frac{1}{4e} + \frac{a}{2(a-b)(a+2b)} = 0.1050,$$

$$\mathrm{T}_w = \frac{1}{e} = 0.296_0$$

folgt schliesslich $a = b \cdot 6.36_0$ und:

$$a = 14.5_5 \qquad b = 2.29_0 \qquad e = 3.38_0.$$

Es gilt also bei Flussspath die Poisson'sche Relation

$$a = b$$

keineswegs. Demnach sind hier die Voraussetzungen, welche auf dieselbe führen, nicht zutreffend und man muss sich vorstellen, dass die Flussspathmolecüle eine starke Polarität besitzen, d. h. in verschiedenen Richtungen verschieden starke Attractionen ausüben.

Noch habe ich ein Versehen zu berichtigen, welches in meiner Arbeit über die Elasticitäts-Constanten des Kupfers[1] einen Theil der Endresultate entstellt hat.

[1] W. Voigt, Berl. Ber. XXXVIII, S. 961, 1883.

Durch eine Verwechselung der beiden zu meinem Torsionsapparat gehörigen Rollenpaare ist für deren Durchmesser ein falscher Werth in Rechnung gezogen, nämlich 38.10 statt 36.79^{mm}. Während also der Elasticität-Coëfficient ungeändert $= 12.26 \cdot 10^6$ bleibt, sind die mitgetheilten Torsions-Coëfficienten $T' = 4.78_0 \cdot 10^6$ und $T'' = 4.07_0 \cdot 10^6$ mit $36.79/38.1_0$ zu multipliciren und wird demgemäss $T' = 4.61_6 \cdot 10^6$, $T'' = 3.93_0 \cdot 10^6$, also

$$E = 816 \cdot 10^{-10},\quad T' = 216_7 \cdot 10^{-10},\quad T'' = 254_4 \cdot 10^{-10}.$$

Hieraus folgen die drei Elasticitäts-Constanten

$$a = 13.4_2 \cdot 10^6,\quad b = 6.57_5 \cdot 10^6,\quad c = 5.59_0 \cdot 10^6;$$

die merkwürdig genaue Erfüllung der Relation $b = c$ war also ein bedeutungsloser Zufall. Die mitgetheilten Zahlen haben übrigens, wie ich seiner Zeit betont habe, nur den Sinn vorläufiger Resultate, da das für die Beobachtung benutzte Kupfer nicht in einem genau definirbaren Zustand war.

Ausgegeben am 6. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

DRITTES VIERTELJAHR.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XX. N. 5—16. Halle a. S. 1884. 4.

Abhandlungen der math.-physikalischen Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. XIV. Abth. III. München 1883. 4. 2 Ex.

Sitzungsberichte der phil.-philol. und hist. Classe der K. b. Akademie der Wissenschaften. 1884. Heft II. III. München 1884.

Haushofer, K. *Franz von Kobell.* München 1884. 4. 2 Ex.

Kupffer, Carl. *Gedächtnissrede auf Theodor L. W. von Bischoff.* München 1884. 4. 2 Ex.

von Druffel, A. *Monumenta Tridentina.* — Beiträge zur Geschichte des Concils von Trient. Heft 1. München 1884. 4. 2 Ex.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. Jahrg. XXIV. 1883. — Abth. I. II. Königsberg 1883. 1884. 4.

Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. VI. Heft 1. Danzig 1884.

Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens. Jahrg. 41. Hälfte 1. Bonn 1884.

Monumenta Germaniae historica. — Diplomatum Regum et Imperatorum Germaniae T. I. P. III. Ottonis I Imperatoris Diplomata. Hannoverae 1883—1884. 4.

Preussische Statistik. LXXVI. (2. Theil) LXXVIII. Berlin 1884. 4.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XIII. (1884.) Heft 4. 5. und Suppl. I. Berlin 1884.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XXXVI. Heft 1. Berlin 1884.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XVII. N. 10. 11. Berlin 1884.

Journal für die reine und angewandte Mathematik. Bd. 97. Heft 1. Berlin 1884. 4.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preussischen Staate. Bd. XXII. Heft 3 nebst Atlas. Bd. XXII. Tafel IX—XIV. Berlin 1884. 4 u. fol.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. V. 1884. Heft VI. VII. VIII. IX. Berlin 1884.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Folge IV. Bd. 3. Heft 2. 3. Halle a. S. 1884.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. XXXVIII. Heft II. III. Leipzig 1884.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. X. Heft 1. Hannover 1884.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 60. Heft 1. Görlitz 1884.

Archiv des historischen Vereins von Unterfranken und Aschaffenburg. Bd. XXVI. Heft 1. 2. Bd. XXVII. Würzburg 1882. 1884.

Jahres-Bericht des historischen Vereins von Unterfranken und Aschaffenburg für 1882, 1883. Würzburg 1883. 1884.

Abhandlungen, herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen. Bd. VIII. Heft 2. Bd. IX. Heft 1. Bremen 1884.

Preisschriften. Gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft zu Leipzig. — XXIV. Pöhlmann, R. *Die Übervölkerung der antiken Grossstädte.* Leipzig 1884.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrg. 40. Stuttgart 1884.

Bulletin mensuel de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace. T. XVIII. 1884. Juin. Juillet. Août. Septr. Strassburg 1884.

Veröffentlichungen der Grossh. Sternwarte zu Karlsruhe. Herausgegeben von Dr. W. VALENTINER. Heft 1. Karlsruhe 1884. 4.

Nachweisung der Resultate der Geschäftsthätigkeit der Aichämter im Deutschen Reiche (exc. Bayern) während des Jahres 1882. Berlin 1884. 4.

Astronomische Beobachtungen auf der K. Sternwarte zu Berlin. Herausgegeben von W. FOERSTER. Bd. 5. Berlin 1884. 4.

Erster Nachtrag zum Katalog der Bibliothek des K. Preuss. grossen Generalstabes. Berlin 1884. 4.

Jahrbuch des K. Sächsischen Meteorologischen Institutes. 1883. Lief. 2. Leipzig 1883. 4.

SCHREIBER, P. *Bericht über die Organisation des K. Sächsischen Meteorologischen Instituts. (Th. III. des Jahrgangs 1883) und Dekadenberichte im Jahre 1883.* Chemnitz 1884. 4.

Mittheilungen des Deutschen Archäologischen Institutes in Athen. Bd. IX. Heft 2. Athen 1884.

Annali dell' Instituto di Corrispondenza archeologica. Vol. IV. Indice delle materie. Roma 1883.

Bullettino dell' Instituto di Corrispondenza archeologica per l'anno 1883. Roma 1883.

Monumenti inediti pubblicati dall' Instituto di Corrispondenza archeologica. Vol. XI. Roma 1879—1883. Fol.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. 5. Heft II. Leipzig 1884.

39 Inaugural-Dissertationen etc. Kiel 1882. 1883. 1884.

Verzeichniss der Vorlesungen an der K. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 1883/84. 1884. I—IV. Kiel 1883. 1884.

EISENACH, H. und KIRN, C. *Katalog der Bibliothek der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau.* Hanau 1883.

FRIES, L. *Die Geschichte des Bauernkrieges in Ostfranken.* Bd. II. Lief. 3. (Schluss.) Würzburg 1883.

MÜLLER, H. *Hucbald's echte und unechte Schriften über Musik.* Leipzig 1884. 4.

MEYER, A. B. *Abbildungen von Vogel-Skeletten.* Lief. VI—VII. Dresden 1884. 4.

*KLUNZINGER, C. B. *Die Fische des Rothen Meeres.* I. Theil. Acanthopteri veri Owen. Stuttgart 1884. 4. 2. Ex.

**Die Abhandlungen der Ichwân Es-Safâ in Auswahl. Zum ersten Mal aus den arabischen Handschriften herausgegeben von* Dr. Fr. DIETERICI. Heft II. Leipzig 1884. 2. Ex.

*ZACHARIAE A LINGENTHAL, C. E. *Jus Graeco-Romanum.* Pars VII. — Epitome legum. Tit. XXIV et sequentes. Lipsiae 1884. 2 Ex.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Bd. III. Heft 21—30 incl. 1880—1884. Inhalt u. Index. Berlin. Yokohama.

Altjapanische Frühlingslieder aus der Sammlung Kokinwakashu. Übersetzt und erläutert von R. LANGE. Berlin 1884.

BLASIUS, W. *Der japanische Nörz, Foetorius Itatsi (Temm.) in seinen Beziehungen zu den übrigen Arten der Gattung Foetorius im Allgemeinen und der Untergattung Lutreola im Besonderen.* Bamberg 1884. Sep. Abdr.

BLASIUS, W. *Zur Geschichte der Überreste von Alca impennis Linn.* Naumburg a. S. 1884. Sep. Abdr. u. 4 fernere Sep. Abdr.

VOM RATH, G. *Geologische Briefe aus America an Se. Exc. Hrn. Dr. H. VON DECHEN.* Bonn 1884. Sep. Abdr.

VOM RATH, G. *Geologisches aus Utah (Salt Lake City. 1883.)* 1884. Sep. Abdr.

Sitzungsberichte der math.-naturwissenschaftlichen Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1884. N. XVII. Wien.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. 1884. N. 9—12. Wien 1884.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1884. Bd. XXXIV. Heft 3. Wien 1884.

42. Bericht über das Museum Francisco Carolinum. Nebst 36. Lieferung der Beiträge zur Landeskunde Österreichs ob der Enns. Linz 1884.

Mittheilungen des Historischen Vereines für Steiermark. Heft XXXII nebst Beilage. Graz 1884.

Beiträge zur Kunde steiermärkischer Geschichtsquellen. Jahrg. XX. Graz 1884.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. N. F. Bd. V. Der ganzen Reihe Bd. 33. Prag 1884.

Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften in Hermannstadt. Jahrg. XXXIV. Hermannstadt 1884.

Archiv des Vereines für siebenbürgische Landeskunde. N. F. Bd. 19. Heft 2. Hermannstadt 1884.

Jahresbericht des Vereines für siebenbürgische Landeskunde für das Vereinsjahr 1883/84. Hermannstadt.

Öffentliche Vorlesungen an der K. K. Universität zu Wien im Winter-Semester 1884/85. Wien 1884.

Ordnung der Vorlesungen an der K. K. Deutschen Karl-Ferdinands-Universität zu Prag im Winter-Semester 1884/85. Prag 1884.

Programm des evang. Gymnasiums A. B. in Schässburg und der damit verbundenen Lehranstalten. Schässburg 1884. 4.

Programm des gr. or. Ober-Gymnasiums in Suczawa für das Schuljahr 1884. Czernowitz 1884.

Atti del Museo civico di storia naturale in Trieste. Vol. VII. Trieste 1884.

Marchesetti, C. 2 Sep. Abdr. Trieste 1883. 1884.

Horawitz, A. *Johann Heigerlin (genannt Faber), Bischof von Wien, bis zum Regensburger Convent.* Wien 1884.

von Borch, L. *Das höchste Wergeld im Frankenreiche.* Innsbruck 1883.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. God. VI. Br. 3. Zagrebu 1884.

Proceedings of the Royal Society. Vol. XXXV. N. 227. Vol. XXXVI. N. 228—231. London 1883. 1884.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1883. Vol. 174. P. II. III. London 1883. 1884. 4.

The Royal Society, 30th November 1883. London 1884. 4.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLIV. N. 8. London 1884.

Memoirs of the Royal Astronomical Society. Vol. XLVIII. P. I. 1884. London 1884. 4.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. VI. N. 7. 9. London 1884.

Journal of the Chemical Society. N. CCLX. CCLXI. CCLXII. CCLXIII. London 1884.

Proceedings of the London Mathematical Society. N. 219—221. London 1884.

The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XL. P. 3. N. 159. London 1884.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. IV. P. 4. London 1884.

The Annals and Magazine of Natural History. Vol. XIII. Ser. V. N. 73—78. London 1884.

The Transactions of the Linnean Society of London. 2nd Ser. Zoology. Vol. II. P. 9. 10. Vol. III. P. 1. 2nd Ser. Botany. Vol. II. P. 6. 7. London 1883. 1884. 4.

The Journal of the Linnean Society. Botany. Vol. XXI. N. 132—133. London 1884. — Zoology. Vol. XVII. N. 102. London 1884.

Proceedings of the Linnean Society of London. October 1883. (From November 1882 to June 1883.) London.

List of the Linnean Society of London. October 1883. London.

Proceedings of the Scientific Meetings of the Zoological Society of London for the year 1884. P. I. II. London 1884.

A List of the Fellows etc. of the Zoological Society of London. London 1884.

Catalogue of the Greek Coins in the British Museum. Central Greece. London 1884.

Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1882. London 1884. 4.

Results of Astronomical and Meteorological Observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the year 1881. Vol. XXXIX. Oxford 1884.

Gill, D. and Elkin, W. L. *Heliometer-Determinations of stellar Parallax in the southern Hemisphere.* London 1884. 4. Sep. Abdr.

Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow. — 1883—84. Vol. XV. Glasgow 1884.

Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society. Vol. XX. XXI. XXII. Manchester 1880—1883.

Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester. Ser. III. Vol. VII. IX. Manchester 1882. 1883.

Grant, A. *The story of the University of Edinburgh during its first three Hundred Years.* Vol. I. II. London 1884.

The Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. IX. Text and Plates. 2 Voll. Edinburg 1884. 4.

Report of the Zoological Collections made in the Indo-Pacific Ocean during the Voyage of H. M. S. »Alert«. 1881 — 1882. London 1884.

Notes of the Services of B. H. Hodgson. s. 2. 1883. (Alderley).

Archaeological Survey of India. — Report of a Tour in the Central Provinces and Lower Gangetic Doab in 1881 — 82 by A. Cunningham. Vol. XVII. Calcutta 1884.

Records of the Geological Survey of India. Vol. XVII. P. 3. 1884. Calcutta 1884.

The Madras University Calendar. 1884 — 1885. Vol. I. II. Madras 1884.

Swynnerton, Ch. *The adventures of the Panjáb Hero Rájá Rasálu and other folk-tales of the Panjáb.* Calcutta 1884.

Ramkrishna Gopal Bhandarkar. *Early History of Dekkan down to the Mahomedan Conquest.* Bombay 1884.

Bhandarkar, R. G. *Report on the Search for Sanskrit Mss. in tho Bombay Presidency during the year 1882 — 83.* Bombay 1884.

Elliot, C. M. *Meteorological Observations made at the Honorable East India Company's Magnetical Observatory at Singapore in the years 1841—1845.* Madras 1850. 4.

Proceedings of the Canadian Institute, Toronto. Vol. II. Fasc. 1. 2. Toronto 1884.

1884. Victoria. Report of the Chief Inspector of Mines for the year 1883. Melbourne. (N. 20.) 1884. Fol.

1884. Victoria. Mineral Statistics of Victoria for the year 1883. Melbourne. (N. 37.) 1884. Fol.

Reports of the Mining Surveyors and Registrars. — Quarter Ended 31nd March 1884. Melbourne. (N. 27.) Fol.

1884. Victoria. Report of the Trustees of the Public Library, Museums, and National Gallery of Victoria, with the Reports of the Sectional Committees, for 1883. Melbourne. 4.

Meteorological Observations made at the Adelaide Observatory and other Places in South Australia and the Northern Territory during the year 1881. Adelaide 1884. Fol.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. T. XCVIII. 1884. Sem. 1. N. 26. Sem. 2. N. 1—13. Paris 1884. 4.

Compte rendu de la Société de Géographie. 1884. N. 13. 14. 15. Paris 1884.

Bulletin de la Société de Géographie. Sér. VII. T. V. 2. Paris 1884.

Annales des Mines. Sér. VIII. T. IV. Livr. 6 de 1883. F. V. Livr. 1 de 1884. Paris 1883. 1884.

Annales des ponts et chaussées. — Mémoires et documents. Sér. VI. Année IV. Cah. 5. 6. 7. 8. Paris 1884.

Bulletin de la Société de Mathématique. T. XII. N. 2. 3. Paris 1884.

Bulletin de la Société philomatique de Paris. Sér. VII. T. 8. N. 3. Paris 1884.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mésures. T. III. Paris 1884. 4.

Polybiblion. — Revue bibliographique universelle. Part. tech. Sér. II. T. X. Livr. 6. 7. 8. Part. litt. Sér. II. T. XVIII. Livr. 6. Sér. II. T. XX. Livr. 1. 2. 3. Paris 1884.

Revue scientifique. Sér. III. T. 33. N. 26. T. 34. N. 1—14. Paris 1884. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. XIII. N. 26—40. Paris 1884.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. N. 13. 14. 16. 17. 18. Bordeaux 1884.

Laplace. *Oeuvres complètes.* T. VI. Paris 1884. 4.

Cauchy, A. *Oeuvres complètes.* Sér. I. T. IV. Paris 1884. 4.

Encyclopédie chimique. Publiée sous la direction de M. Fremy. T. II. Paris 1884.

Perrot, G. et Chipiez, Ch. *Histoire de l'art dans l'antiquité.* Sér. 15. Livr. 143—152. Paris 1884.

Delisle, L. *Inventaire des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale. — Fonds de Cluni.* Paris 1884.

Delisle, L. *Le Sacramentaire d'Autun.* Paris 1884. 4. Extr.

Doughty, Ch. *Documents épigraphiques recueillis dans le Nord de l'Arabie.* Paris 1884. 4.

Schoebel, Ch. *Inde française. — L'Histoire des origines et des développement des castes de l'Inde.* Paris 1884. Extr.

Bornet, E. et Flahault, Ch. *Sur la détermination des rivulaires qui forment des fleurs d'eau.* Paris 1884. Extr.

Sandras. *Traitement et guérison du croup et de la phthisie par les inspirations anti-microbiques et médicamenteuses.* Paris 1884. 4.

Vial, L. Ch. E. *La chaleur et le froid.* Paris 1884. 2 Ex.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXI. 1883—84. Ser. III. Transunti. Vol. VIII. Fasc. 11. 13—15. Roma 1884. 4.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXVII. (1884). Sessione IV^a. V^a. VI^a. VII^a. VIII^a. Roma 1884. 4. Anno XXXV. Sess. VI. (1882.) Anno XXXVI. Sess. I. (1882.) Roma 1883.

Atti della R. Accadèmia delle Scienze di Torino. Vol. XIX. Disp. 4—7. Torino 1884.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Processi verbali Vol. IV. Pag. 73—96. Pisa 1884.

Bullettino della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali. T. III. N. 2. Padova 1884.

Bullettino della Società Geografica italiana. Ser. II. Vol. IX. Fasc. 7. 9. Roma 1884.

Bollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XVIII. (1883). Torino 1884. 4.

Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova. Vol. XVIII. XIX. XX. (Indice). Genova 1882—1884.

Memorie della Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. IV. T. IV. Fasc. 1. 2. 3. 4. Bologna 1883. 4.

Historiae Patriae Monumenta edita iussu Regis Caroli Alberti. Chartarum T. VII. Pars altera. Augustae Taurinorum. 1884. Fol.

Studi Senesi nel Circolo Giuridico della R. Università. Vol. I. Fasc. 2. Siena 1884.

Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano. N. XXIV. Milano 1883. 4.

Temi di Premio proposti dal Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti nella solenne adunanza del 15 Agosto 1884. Venezia 1884.

Boncompagni, B. *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche.* T. XVI. Sett. Ottobr. Nov. Dec. 1883. Roma 1883. 4.

Leonardelli, G. *Il Saldame il Rego e la Terra di Punta Merlera in Istria.* Roma 1884.

Lo Gatto, B. *Tema sullo sviluppo, e cura del Colera orientale.* Rieti 1884. 3 Ex.

Scacchi, A. *Nuove Ricerche sulle forme cristalline dei paratartrati acidi di Ammonio e di Potassio.* Napoli 1884. 4. Estr.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XXXI. N. 15. 16. T. XXXII. N. 1. 2. 3. St. Pétersbourg 1883. 1884. 4.

Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. T. XV. Livr. 1. Moscou 1884. 4.

Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. — Année 1883. N. 4 nebst Beilage. Moscou 1884.

Nachrichten des Geologischen Comité's. Jahrg. 1884. Bd. III. N. 2. 3. 4. 5. St. Petersburg 1884. (russ.)

Nikitin, S. *Allgemeine geologische Karte von Russland.* Blatt 56. Jaroslawl, Rostov, Kaljasin-Wesiegonsk, Poschechonije. St. Petersburg 1884. 4. (russ.)

Universitäts-Nachrichten. Jahrg. XXIV. N. 5. 6. Kiew 1884. (russ.)

Annales de l'Observatoire de Moscou. Publ. par Th. Bredichin. Vol. X. Livr. 1. Moscou 1884. 4.

von Jagič, J. W. *Vier kritisch-paläographische Aufsätze.* — Beilage zum Rechenschaftsbericht über die Zuertheilung des Lomonossow'schen Preises für das Jahr 1883. St. Petersburg 1884.

Lasarew, S. A. *Palmyra.* Archäologische Untersuchung. St. Petersburg 1884. Fol. (russ.)

Braun, M. *Physikalische und biologische Untersuchungen im westlichen Theile des finnischen Meerbusens.* Dorpat 1884. Sep. Abdr.

Weihrauch, K. *Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Dorpat im Jahre 1877, in den Jahren 1878, 1879, 1880.* Jahrg. XII. Bd. III. Heft 2. Jahrg. XIII. XIV. XV. Bd. III. Heft 3. 4. 5. Dorpat 1884.

Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica. Häftet 9. 10. Helsingfors 1883.

Öfversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. Årg. 41. N. 1. 2. 3. Stockholm 1884.

Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. VIII. Häfte 2. Stockholm 1884.

Nova Acta Regiae Societatis scientiarum Upsaliensis. Ser. III. Vol. XII. Fasc. 1. Upsaliae 1884. 4.

Mittag-Leffler, G. *Acta mathematica.* 4 : 1. 2. 4. Stockholm 1884. 4.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XV. Année 1883. Upsal 1883—1884. 4.

Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. 3[de] Verz. Deel IV. 3[de] St. Haarlem 1883. 4.

Programme pour l'année 1883. 4

Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XLIV. 'sGravenhage 1884.

Jan Kops & van Eeden. *Flora Batava.* Afl. 265. 266. Leiden 4.

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1883. Jaarg. XXXV. Utrecht 1884. 4.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden Godsdienst, uitgegeven dor Teylers Godgeleerd Genootschap. N. S. Deel XI. St. 1. Haarlem 1883.

Archives du Musée Teyler. Sér. II. Vol. I. P. IV. Haarlem 1883.

Archives Neerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XVIII. Livr. 2. 3. 4. 5. T. XIX. Livr. 1. 2. Haarlem 1883. 1884.

Schlegel, G. *Nederlandsch-chineesch Woordenboek.* Deel III. Afl. III. Leiden 1884.

Bijdragen tot de Taal-Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indie. Volg. IV. Deel 8. St. 1. 'sGravenhage 1884.

Treub, M. *Annales du Jardin botanique de Buitenzorg.* Vol. IV. P. I. Leiden 1884.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indie. Deel XLII. Ser. VIII. Deel III. Batavia 1883.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie. Jaarg. vijfde. 1883. Batavia 1884.

Natura. Maandschrift voor Natuurwetenschappen. Jaarg. II. 1884. Afl. 7. 8. Gent.

Folie, F. *Douze tables pour le calcul des réductions stellaires.* Bruxelles 1883. 4.

Albrecht. *Über die morphologische Bedeutung der Kiefer-, Lippen- und Gesichtsspalten. — Sulla fossetta vermiana del Cranio dei Mammiferi. — Sur les Spondylocentres épipituitaires du Crane. — Sur la valeur morphologique de la Trompe d'Eustache.* — Bruxelles 1884.

Schürmans, H. *Les Étrusques n'ont jamais habité Eygenbilsen.* Bruxelles 1884. Extr.

Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1883. Heft 2. N. 1064—1072. Aus dem Jahre 1884. Heft 1. N. 1073—1082. Bern 1884.

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Zürich den 7. 8. und 9. August 1883. 66. Jahresversammlung. — Jahresbericht 1882/83. Zürich 1883.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Oct. — Nov. 1883. Compte-rendu. Genève 1883.

Jahrbuch für Schweizerische Geschichte. Bd. IX. Zürich 1884.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Sér. II. Vol. XX. N. 90. Lausanne 1884.

Wolf, R. *Astronomische Mittheilungen.* LII. Zürich 1884.

Boletin de la Real Academia de la Historia. T. IV. Cuad. VI. T. V. Cuad. I. II. III. Madrid 1884.

Memorias del Instituto géográfico y estadistico. T. IV. Madrid 1883.

de Berlanga, E. R. *Decretum Pauli Aemilii. Pactum fiduciae. Lex metalli Vipascensis.* P. II. Malacae 1884.

Cahis y Balmanya. *Concepto cientifico de la Homeopatia.* Barcelona 1883.

Sociedade Broteriana. — Boletim Annual. II. 1883. Coimbra 1884. 4.

Lege, Statute y ale Academiei Romane. 1884. Bucuresci 1884.

Extrasu din Analele Academiei Romane. Ser. II. T. VI. Sect. II. Bucuresci 1884. 5 Hefte. 4.

Annals of the New York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History. Vol. III. N. 1. 2. New York 1883.

Transactions of the New York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History. Vol. II. New York 1882—1883. Titel. Inhalt.

Proceedings of the Meeting of the American Philosophical Society, held at Philadelphia. Vol. XXI. N. 115. Philadelphia 1884.

The American Journal of Science. Vol. XXVIII. N. 163. 165. New Haven 1884.

Seventeenth Annual Report of the Provost to the Trustees of the Peabody Institute of the City of Baltimore, June 1. 1884. Baltimore 1884.

American Chemical Journal. Vol. VI. N. 3. Baltimore 1884.

The American Journal of Philology. Vol. V, 2. Baltimore 1884.

American Oriental Society. Proceedings at Boston, May, 1884.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. VII. N. 2. Cincinnati 1884.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology. Vol. VIII. N. 3. Vol. X. N. 3. Cambridge 1883. 1884. 4.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XI. N. 10. Cambridge 1884.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. Vol. XIV. — P. I. Cambridge 1884. 4.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin. Vol. II. Madison, Wisconsin. 1884.

The Botanical Gazette. June 1884. Vol. IX. N. 6. 7. 8. 9. Indianopolis 1884.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. III. N. 31. 32. Baltimore 1884. 4.

Brooks, W. K. *The development and protection of the Oyster in Maryland.* Baltimore 1884. 4.

Phillips, H. *On a supposed Runic Inscription at Yarmouth, Nova Scotia.* Extr. Philadelphia.

Peñafiel, A. *Memoria sobre las Aguas potables de la Capital de Mexico.* Mexico 1884. 4. 2 Ex.

R. de Zayas Enriquez. *El Alcoholismo.* Veracruz 1884.

El Ensayo medico. Año I. N. 18—25. Carácas 1884. 4. 2 Ex.

Memorias del General O'Leary. Publicadas por su Hijo Simon O'Leary. T. I. II. Relacion. T. XIX—XXVI. Documentos. Caracas 1883. 1884.

1884.

XLIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

6. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Dillmann las: Die Kriegsthaten des Königs 'Amda-Ṣion gegen die Muslim. Die Mittheilung folgt umstehend.



Die Kriegsthaten des Königs ʿAmda-Ṣion gegen die Muslim.

Von A. Dillmann.

Als Ergänzung zu meiner am 13. März d. J. gelesenen Abhandlung über die Regierung des Königs Zarʾa-Jacob[1] gebe ich im Folgenden den abessinischen Bericht über die Kriegsthaten des Königs ʿAmda-Ṣion (J. 1314—1344) gegen die Muslim im Südosten seines Reiches. Ich entnehme ihn derselben von J. Bruce mitgebrachten, jetzt in Oxford aufbewahrten Handschrift, welche jener Abhandlung zu Grund liegt, nämlich Cod. Aeth. Bodl. XXIX f. 5—15. Auch dieser Bericht wird hiemit zum erstenmal veröffentlicht. Zwar hat schon Bruce dieselbe für seinen Geschichtsabriss im zweiten Band seines Reisewerks benutzt, wie gewisse in der Handschrift angebrachte, von ihm herrührende Zeichen beweisen. Aber da er einerseits vom Geez nur ungenügende, wenn überhaupt welche Kenntniss hatte und wahrscheinlich auf fremde, wenig zuverlässige Hülfe angewiesen war, andererseits überall seine eigenen Vermuthungen oder Erfindungen in den Bericht einzumischen oder statt desselben zu geben sich nicht scheute, so kann in der That seine Erzählung als Wiedergabe des in der Handschrift Enthaltenen nicht gelten, und sind darum auch die seither von manchen andern Gelehrten aus dem Bruce'schen Werk ausgezogenen Darstellungen unrichtig oder unzutreffend.

Wie ich schon in der Abhandlung über Zarʾa-Jacob gesagt habe, beginnen die ausführlichen abessinischen Chroniken erst mit der Regierung des Zarʾa-Jacob (J. 1434—68). Die Nachrichten über die früheren Könige sind bis auf ein Minimum zusammengeschrumpft, und nur die Heldenthaten des ʿAmda-Ṣion machen eine Ausnahme: sie erscheinen wie eine Oase in einem sonst öden, geschichtsleeren Zeitraum. Da sie Begebenheiten und Verhältnisse betreffen, welche ein volles Jahrhundert vor Zarʾa-Jacob fallen, so verdienen sie ohne Zweifel Beachtung. Die Bedeutung dieses Chronikstücks wird allerdings da-

[1] Gedruckt in den Abhandlungen der K. Preuss. Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1884.

durch sehr herabgemindert, dass dasselbe erst viel später, frühestens (wie die Erwähnung des Königs Claudius fol. 13, b, α zeigt) gegen das Ende des 16. Jahrhunderts seine jetzige Gestalt erhalten hat. Das Stück ist nämlich, in Abweichung von dem amharisirenden Tarik-Styl der andern Chroniken, in gutem Geez geschrieben, in welches nur da und dort jüngere Ausdrücke eingemischt sind. Ferner ist es nicht eine schlichte annalistische Erzählung, sondern ein geschmückter, mit vielen Reden, Gebeten, Reflexionen, frommen Betrachtungen und Schriftcitaten durchsetzter Lobpreis auf den König, in mönchisch-frömmelndem Geist, im Dienst und zur Nahrung eines crassen Wunderglaubens verfasst von einem Mann, der zu Allem eher befähigt war, als zur Beschreibung eines Feldzugs, und dessen Hauptbestreben dahin gieng, einen vielbeliebten Stoff zur Ergötzung und Anfeurung für Leser zurechtzumachen, denen man auch Unglaubliches bieten durfte und musste. Gerade auf ihrem Höhenpunkt liest sich seine Erzählung fast wie eine der zahllosen Heiligengeschichten, mit denen die Mönche das abergläubische Volk zu erbauen und zu unterhalten gewohnt waren. Aber bei alle dem steht doch auf der andern Seite auch wieder fest, dass dieser spätlebende Verfasser seinen Stoff nicht frei erfunden, sondern auf Grund der Nachrichten einer alten Chronik gearbeitet hat. Nicht nur findet sich in seiner Erzählung eine Menge von geschichtlichen Angaben, welche in sich selbst als durchaus glaubwürdig erscheinen, auch durch anderweitige Zeichen als solche bestätigt werden, sondern sie enthält auch noch mehrere längere Abschnitte, welche in der Form den Berichten der eigentlichen Königschroniken gleichen, und welche dem Verfasser bei seiner Bearbeitung so zu sagen als irrationaler Rest stehen geblieben sind. Auch die künstliche Art, wie er im ersten Fünftheil seiner Erzählung dem Helden Reden über seine früheren Thaten gegen die Ungläubigen in den Mund legt, zeigt, dass ihm Berichte über solche vorlagen, welche er aber nur in dieser Weise unterbringen konnte, dass er seinen Helden selbst sie erzählen liess. Nach der Überschrift seines Werkchens will er nämlich die grossen Wunder- und Siegesthaten beschreiben, welche König ʿAmda-Sion im Jahre 1332/3 gegen die Muslim vollführte. Da nun, wo er auf die persönlichen, in Liedern und Sagen längst vielgepriesenen Heldenthaten des Königs in jenem Jahr zu reden kommt, weitet sich seine Darstellung sichtbar aus, und kann er sich nicht genug thun in überschwänglicher Verherrlichung derselben; in dem aber, was diesem eigentlichen Mittelpunkt der ganzen Lobrede vorangeht und nachfolgt, hat er von sich aus wenig hinzugethan und sich meist mit einfacher Wiedergabe des Chronikstoffes begnügt. Hienach wird man das Ganze bezeichnen dürfen als Bruchstücke einer alten ʿAmda-Sion-Chronik in

jüngerer Bearbeitung zum Zweck der Verherrlichung des Mannes und der Siegeskraft des Christengottes gegen die Ungläubigen.

Auch in dieser Gestalt sind die Bruchstücke von Werth. Sie sind die einzige Quelle, aus welcher wir etwas Näheres über die Zustände und Verhältnisse des Reichs im 14. Jahrhundert, genauer in der ersten Hälfte desselben, erfahren. Beachtenswerth ist da z. B. die Aufzählung der Provinzen und Distrikte des Reiches, welche von den späteren durch die Jesuiten und Ludolf übermittelten Verzeichnissen abweicht, oder die Liste der Regimenter des abessinischen Heeres und ihrer Namen u. a. dergl. Ein besonderes Interesse bietet die überaus reiche geographische und ethnographische Nomenclatur aus dem Bereich südlich und östlich vom Ḥawâš-Fluss bis gegen das Meer hin. Eine Menge von Orts-, Stadt-, Landes-, Volks- und Flussnamen tritt uns hier entgegen, in Gegenden, welche auf den heutigen Karten Ostafrika's als ziemlich öde Gebiete oder als terra incognita erscheinen. Die arabischen Geographen gehen bekanntlich auf diese Länder nicht ein. Nur Maqrîzî[1] (J. 1435) in seiner Beschreibung der Zeilaʿ-Länder nennt und schildert ein wenig die Provinzen Aufât, Dawârô, Arababnî, Hadya, Sarḥâ, Bâlî, Dâra, theilweise als sehr fruchtbare, wohlbevölkerte und blühende Länder. Mit Ausnahme von Arababnî sind sie alle in dieser und anderen der älteren abessinischen Königschroniken, einige davon öfters, genannt, und bilden zum Theil den Schauplatz der Thaten des ʿAmda-Sion; viele Orts-, auch Flussnamen in diesen Gebieten werden erwähnt, von denen manche sich später verificiren lassen werden, wenn diese einst so schönen, reich bevölkerten, aber seit Jahrhunderten von Gallastämmen überflutheten Länder der Forschung wieder mehr zugänglich gemacht sein werden. Aber auch für die weiter ostwärts bis zum Meer hin gelegenen, von Dankali, Somali und Gallastämmen besetzten Länder, welche die Abessinier mit dem Namen Adal belegten, über welche aber die arabischen Geographen (mit Ausnahme einiger Küstenstädte) fast keine Auskunft geben, finden sich in dieser ältesten Landeschronik (s. unten S. 1024 f. und 1031 ff.) ganze Reihen von Ortsnamen. Namentlich bemerke ich weiter, dass auch mehrere der von Maqrîzî erwähnten Namen abessinischer Städte und Landschaften, wie Maʿadê, Saḥart, Gedây, Sarkâ, zum erstenmal in dieser einheimischen Chronik wieder gefunden sind, ebenso der durch neuere Reisende bekannt gewordene Name Zôrʿât, eines Seitenflusses des Webbî, dass dagegen die räthselhaften, vielbesprochenen Angaben des Edrîsî[2] (J. 1154) in seiner Beschreibung Abessiniens auch durch

[1] Historia regum islamiticorum in Abyssinia, ed. Rinck, Lugd. Bat. 1790, p. 9 ff.

[2] Description de l'Afrique et de l'Espagne, ed. Dozy et de Goeje 1866, p. 23—27 des arabischen, p. 27—32 des französischen Textes.

diese älteste Chronik keine Aufklärung erhalten, ebensowenig Garmi des Abulfedâ[1] (J. 1273—1331). — Aber auch die rein geschichtlichen Nachrichten, welche dieser abessinische Bericht von ʿAmda-Sion's Thaten gibt, sind werthvoll genug, um bekannt gemacht zu werden. Wir haben sonst überhaupt nichts darüber. Maqrîzî (S. 16 f.) beginnt seine Geschichte der muslimischen Herrscher jener Gegenden mit Haqqeddîn und Sabreddîn, welchen letzteren er um 700 H. (1300/1 n. Chr.) zur Regierung kommen lässt und von dem er sagt, dass er lange regiert habe, hat aber über die Kämpfe des ʿAmda-Sion gegen ihn nichts, sagt im Gegentheil, dass zuerst sein Nachfolger ʿAli ben Sabreddîn dem abessinischen Oberherrn den Gehorsam aufgekündigt habe, und deshalb von Saif Arʿad (dem Nachfolger ʿAmda-Sion's) beseitigt und durch seinen Sohn Ḥarb Arʿad ben ʿAli ben Sabreddîn ersetzt worden sei, zeigt sich also gerade hier nicht ganz genau unterrichtet. Marco Polo[2] hinwiederum erzählt zwar, dass um's Jahr 1288 der muslemische König von Adem (Adal) einen von der Pilgerreise nach Jerusalem durch sein Land nach Abessinien zurückkehrenden abessinischen Bischof misshandelte, und dies den Anlass zu einem Rachezug des abessinischen Oberkönigs gegen den Herrn von Adem und die ihm verbündeten muslemischen Fürsten gegeben habe, welcher mit der Niederlage der Muslim und der Verwüstung ihres Landes endigte. Aber unmöglich kann diese Begebenheit mit dem in unserer Chronik erzählten Zug des ʿAmda-Sion im Jahre 1332/3 identificirt werden (wie noch Pauthier thut), vielmehr muss dieselbe unter Jâgbeʿa-Sion fallen, über den in den abessinischen Chroniken sonst nichts überliefert ist. Jedoch sieht man daraus, dass die Aufsätzigkeit der muslimischen Herrscher gegen die abessinischen Oberherrn schon vor ʿAmda-Sion's Zeit begonnen und zu Kriegszügen nach dem Küstenland hin Anlass gegeben hatte. Über ʿAmda-Sion selbst haben die ausländischen Schriftsteller nichts. Nur Maqrîzî[3] berichtet, dass im Muḥarram 726 ff. (1325 n. Ch.) vom Abessinierkönig ein Brief an den Mamluken-Sultan Muhammed in Ägypten, unter dem die ägyptischen Christen vielen Unbilden ausgesetzt waren, eintraf mit der Drohung, er werde alle Moscheen in seinem Reichsgebiet zerstören und den Lauf des Nil ableiten, wenn der Sultan nicht den ihm untergebenen Christen eine mildere Behandlung angedeihen lasse. Dieser König kann, nach der Zeitbestimmung, nur ʿAmda-Sion gewesen sein, der ja auch nach der Chronik sich als den Schutzherrn der Christen gegen die Muslim fühlte. Dagegen haben sich bei den

[1] Géographie, ed. Reinaud, arab. p. 106.
[2] Ed. Pauthier, Par. 1865 t. II p. 698 ff.
[3] Bei Quatremère, Mémoires sur l'Egypte, t. II, p. 275 f.

Abessiniern selbst in der kürzeren fortlaufenden Königschronik, welche neuerdings Hr. Basset[1] veröffentlichte, noch einige Nachrichten über ihn und über Vorkommnisse unter ihm erhalten, welche man dort nachlesen kann.[2] Sie betreffen aber nicht die Kriegsthaten des Königs, welche vielmehr merkwürdiger Weise ganz mit Stillschweigen übergangen werden, sondern nur den Fortgang des Mönchswesens in seiner Zeit, das dem Compilator mehr am Herzen lag, als die politische Geschichte. Hervorhebung daraus verdient hier nur die Angabe, dass unter diesem König die Mönche vom Dabra-Libânôs eine Verfolgung traf, deren Veranlassung war, dass Abbâ Anôrêwôs von Segâyâ sich herausnahm, den 'Amda-Sion in den Kirchenbann zu thun, weil dieser das Kebsweib seines Vaters nahm, nach Anderen, weil er mit seiner Schwester Unzucht trieb, nach noch Anderen, weil er mit zwei Schwestern sich vergieng. Dafür liess er den Anôrêwôs scharf (mit Hieben) züchtigen, »bis dass die Blutstropfen des Anôrêwôs, zu einer Feuerflamme geworden, das Hoflager des Königs in Brand setzten und verzehrten«.[3] Dafür wurden die Ordensleute von Dabra Libânôs verfolgt. Die Notiz ist darum von Bedeutung, weil sie zeigt, dass 'Amda-Sion zwar ein strenger autokratischer Herrscher, aber keineswegs der mönchisch-fromme Mann war, zu welchem der Lobredner seiner Heldenthaten ihn zu stempeln suchte.

Ich lasse nun den Text des Stückes in deutscher Übersetzung folgen, in welcher alles Wichtigere ziemlich wörtlich wiedergegeben, und nur bei den erbaulichen Tiraden und obligaten Schimpfreden auf die Muslim und dergl. gekürzt wird. Von f. 10, a bis 13, a, wo der Verfasser in solchen freierfundenen, geschichtlich werthlosen Rednereien schwelgt, gebe ich blos einen Auszug. Auf das sprachlich zu Bemerkende wird in den Noten aufmerksam gemacht werden.

Die Transscription ist wie in der Abhandlung: ሸ š, ቸ č, ጨ č̣, ኘ ñ, ዠ j, ዸ y, ጀ ǧ, ጸ und ፀ ṣ, ኸ kh.

---

[1] Basset, Etudes sur l'histoire d'Ethiopie. Par. 1882.

[2] P. 10 des Geez, S. 99 f. des franz. Textes.

[3] Worte, die auch Basset, wohl verleitet durch Bruce, unrichtig übersetzte.

Beschreibung der Kraft- und Siegesthaten Gottes, verrichtet durch ʿAmda-Sion, König von Äthiopien, mit dem Reichsnamen Gábra-Másqal, im 18. Jahr seiner Regierung, d. i. im Jahr der Gnade 516,[1] (1332/3 n. Chr.).

Der hochmüthige und rebellische König der Ungläubigen Sabraddin (صبر الدين) empörte sich gegen seinen Herrn ʿAmda-Sion, und fasste den hochfahrenden Plan, sich Äthiopiens zu bemächtigen und das Christenthum dort auszurotten. Demgemäss drang er in das Gebiet der Christen ein, verbrannte die Kirchen, tödtete die Christen, oder machte sie zu Gefangenen und zwang sie zur Annahme seiner Religion. Dann ernannte er, wie das der König von Äthiopien thut, Statthalter für die äthiopischen Provinzen (und Distrikte),[2] nämlich für Dâmôt, Warab, Wagê (amh. Wag̓), Alâmêlê, Faṭagâr, Endagabṭan,[3] Šemê, Mûgar, Gerârya, Ṣelâleš, Katatâ, Wagdâ, Sarmât, Kaľat,[4] Ṣeḥgâ, Taguelat, Zêgâ (unten S. 1014 Zegâ), Manzeḥ je einen Fürsten (መስፍን፡), für Amḥarâ einen Ṣafalâm,[5] für Sagarât einen Pfleger (ሐፃኒ፡) und für Mittel-Angôt einen, für Qedâ[6] einen Ṣâfalâm und für Mittel-Tawâzât einen und für das Mittel-Meerland (ማእከለ፡ ባሕር፡) einen, für Endartâ und Bagêmder je einen Statthalter (መኳንንት፡), für Guajâm einen König (ነጋሢ፡). Und war keine Provinz Äthiopiens, für die er nicht welche ernannt hätte, auch wo er niemals hingelangen konnte, denn der Fuss kann doch nicht Kopf werden, noch die Erde Himmel, noch der Diener Meister. Ja dieses Otterngezücht, dieser Satanentsprossene Fremde erstrebte den Thron Davids, wollte in Sion König werden. Hochmuth bemächtigte sich seiner, wie seines Vaters, des Teufels, dass er sagte: »Ich will die Kirchen zu Moscheen machen, den König der Christen sammt seinem Volk in meine Religion überführen, und ihn dann zu einem der Statthalter machen; wenn er sich aber weigert, meine Religion anzunehmen, will ich ihn den Viehhirten, die man Wargeḥ (wofür unten Wargeḥ) nennt, übergeben, dass sie ihn zum Kameelhirten machen, ebenso die Königin Jân-Mangasâ, seine Gemahlin, will ich an die Mühle thun (zum Mahlen), und seinen Königssitz (ሀገረ፡ መንግሥት፡) Marʿâdê[7] zu meinem Sitz machen

---

[1] d. h. im 516. Jahr der zweiten dionysischen Periode nach dem Beginn der Aera Martyrum, deren Epochenjahr die Abessinier auf 276 (also um 8 Jahre zu früh) ansetzen, somit 276 + 532 + 516 + 8 = 1332/3.

[2] vergl. Abhandlung über Zarʾa-Jacob S. 12 f. 33.

[3] Abhandlung S. 34. [4] Abhandlung S. 24. 30. [5] Abhandlung S. 13. [6] Abhandlung S. 13.

[7] Nach Maqrîzî ed. Rinck p. 2 führte Amharâ, was zu Maqrîzî's Zeit مدينة المملكة war, auch den Namen مرعدى. Dass aber der Name der von Edrîsî aufgeführten abess. Stadt مركطة Markaṭa aus مرعدى verderbt sei (Hartmann Edrisii Africa p. 89), ist nicht wahrscheinlich.

und dort Čât[1] pflanzen« (denn den lieben die Muslim). Den Tribut aber, welchen er für den König erhob, gab er an seine Truppen, damit sie für ihn kämpften. So eitel dachte und redete der ungläubige Knecht, der es seinem Herrn gleich thun wollte.

Als der König von der Frechheit des Ungläubigen hörte, erbebte (አንገሥገሠ:) er vor Zorn und sandte an ihn folgende Botschaft: »Ist was ich über dich höre, wahr oder nicht? Du hast die Kirchen Gottes verbrannt, die Christen getödtet, den Rest gefangen geführt und zur Annahme deiner Religion gezwungen, der Religion des Teufels, deines Vaters. Weisst du nicht, was ich früher gethan habe, als dein Bruder Ḥaqqeddîn einen jungen Sklaven, Namens Teʿyentay, wegnahm, wie ich deshalb mit meinen Truppen aufbrach, dieselben in Šaguerà verliess und persönlich mit sieben Reitern, schon zwei Tage nach dem Aufbruch aus meinem Land, in dein Land kam und in der Kraft meines Gottes die Muslim niederhieb, und wie darnach meine Truppen anlangten und die grosse Provinz Ìfât[2] verwüsteten, und ich Gold und

[1] Das ist die merkwürdige Pflanze, welche ursprünglich in Ifât, Kaffa und andern afrikanischen Ländern einheimisch, auch nach Yemen sich verbreitete und dort قات Kat (auch Gat) genannt wird, bei Forskål flora Aegyptiaco-Arabica p. CVII und 64 mit dem Namen Catha edulis belegt, von Joh. Rud. Roth (in Harris Gesandtschaftsreise nach Schoa, deutsch von K., 1845, Bd. 2, Anhang S. 34f.) als Celastrus spec., von Hochstetter als Trigonotheca serrata in das System eingereiht. Maqrîzî p. 11 führt neben dem Zuckerrohr und andern in Aegypten und Syrien unbekannten Pflanzen auch den Strauch جات Ǧât als ein in Aufât häufiges Gewächs auf, und sagt von ihm, er habe keine Frucht, man esse seine Blätter, an Geschmack dem Mark der Blätter des Orangenbaumes ähnlich, und rühmt von ihnen, dass sie die Denk- und Gedächtnisskraft schärfen, das Gemüth erheitern, die Ess- und Geschlechtslust und Schläfrigkeit mindern, weshalb sie bei den Landesbewohnern, besonders den Gelehrten sehr beliebt seien. Nach P. E. Botta (relation d'un voyage dans l'Yémen entrepris en 1837, Par. 1841 p. 45) wird in Yemen jetzt der Strauch ebenso sorgfältig und in denselben Gegenden, wie der Kaffee, gebaut; man isst die Zweigspitzen und zartesten Blätter; sie haben eine wohlthuend anregende, selbst etwas berauschende Kraft, vertreiben Müdigkeit und Schlaf, so dass die Araber bei und nach dem Genuss derselben fast die ganze Nacht in Gesprächsunterhaltung zubringen können; sogar Leute, die Botendienste thun, marschiren oft mehrere Tage und Nächte durch ohne andere Stärkungsmittel, als diese Ǧât-Blätter, von denen sie ein Packet mitnehmen. Ihr Gebrauch ist in Yemen sehr allgemein; die erste Handlung der Gastfreiheit besteht im Anbieten des Ǧât. Weitere Nachrichten darüber findet man bei Rich. F. Burton First footsteps in East Africa, Lond. 1856 p. 77 ff.; Th. Lefebvre, Voyage en Abyssinie, exécuté pendant les années 1839—43, Par., t. IV, p. 134 f. Nach Yemen soll die Staude im J. 1430 durch den Scheikh Ibrahim Abu Zarbayn verpflanzt sein (Burt. p. 76); sie ist jetzt dort so vielgebraucht, dass in Aden allein jährlich 280 Kameellasten Ǧât-Blätter eingeführt werden. In den Südländern Abessiniens wird sie noch immer cultivirt und genossen, z. B. in Harar, wie zu Sabreddîn's Zeiten (Burt. p. 347 f.).

[2] Bei Maqr. p. 9 f. أوفات Aufât (15 Tagereisen lang, 20 breit, gut bevölkert, ausserordentlich fruchtbar; Einwohner der Sprache nach abessinisch, der Religion nach Muslim); bei Abulf. p. 161 وَفَات Wafât, auch جَبَرة (Maqr. f. 10 الجَبَرت) Ǧabart genannt, 20 Tagereisen von Zeilaʿ; nach Lud. hist. 1, 3, 22 östlich von Schoa.

Silber und feine Kleider und Edelsteine in ungezählter Menge daraus wegnahm, Erz, Eisen und Blei aber so viel wie Steine. Dann sandte ich meine Truppen in alle die muslimischen Landschaften: Kuelsâr (oder Kuelgôr?), Gedâya Kûbat, Fadsê Qalsê, Hargây,[1] Bequl-Zar und ins ganze Land Šawâ; sie führten den Krieg, machten die Leute nieder, verbrannten grosse und feste Städte, schleppten Gefangene und unmässig viel Beute an Vieh fort. Da hörten die Muslim und Gabal-Leute, welche Viehhirten sind, dass ich meine Truppen zur Bekriegung anderer Landschaften fortgeschickt habe und ich mit jungen ungeübten Soldaten allein sei, und rückten zum Kampfe gegen mich an, von der Grenze von Neṣâtê bis zur Grenze von Bequl-Zar, die sehr kriegstüchtigen Leute, welche man Warǵeḥ (s. S. 1012) und Gabal nennt, und von der Grenze des Ḥawâši-Flusses bis zum muslimischen Zabr und christlichen Taḥaguelat und zum Land Zegâ und Manzeḥ.[2] Diese alle fielen vereint über mich her und umzingelten mich. Ich aber besiegte und schlug sie in der Kraft Jesu Christi, und ihren Herrn, deinen Brudersohn Darâder tödtete ich. Ebenso werde ich auch dich tödten, dich von deinem Throne stossen und dich vertilgen von der Erde, mit der Hülfe Gottes. Wenn du zehn Christen getödtet hast, werde ich 1000 von dir, und für 100 werde ich 10000de tödten in der Kraft Gottes.«

Als der verruchte Empörer, der Gegner des christlichen Glaubens, von den Gesandten des Königs das hörte, liess er dem König sagen: »Ich werde nicht zu dir kommen und mich nicht vor dir stellen. Wenn du aber zu mir kommst, fürchte ich mich nicht, denn ich habe Truppen zahlreicher als die deinigen, die mit Schwert und Messer, zu Pferd und mit Bogen, mit Schild und Speer, mit Dembûs (d. i. eisernen Keulen)[3] und mit Holzlanzen kämpfen. Willst du zu mir kommen, so hast du einen weiten Weg. Wo nicht, so werde ich kommen und dich bekriegen.« Als er das gesagt, zog er alle muslimischen Truppen zusammen, und wählte aus denselben Weise und Kundige aus, in Wahrheit freilich nicht weise und kundige, sondern verirrte und irreführende, verdorbene und verderbenstiftende, welche vermittelst des Sandes[4] wahrsagen, Sonne Mond und Sterne befragen und sich Sternseher nennen,

---

[1] Maqrîzî p. 31 هرجاى.

[2] እስከ ፡ ዘብር ፡ ተንባላት ፡ ወምድረ ፡ ክርስቲያንሂ ፡ ተማኅለት ፡ (sic) ወምድረ ፡ ዝጋ ፡ ወመንዘሕ ፡ Sollte dies bedeuten »und das Land der Christen wurde zu Grund gerichtet, und das Land Zegâ und Manzeḥ«, so würde dieses Sätzchen den Zusammenhang vernichten.

[3] ድምቡስ ፡ ዘውእቱ ፡ በትረ ፡ ሐፂን ፡; es ist das pers. arab. دبوس.

[4] በረምል ፡ (رمل) ዘውእቱ ፡ ኆፃ ፡

die weise sind zum Bösen u. s. w. (1. Cor. 1, 20). Doch um auf die Sache zurückzukommen: diese Wahrsager also befragte der Aufrührer und sagte: »Thut mir doch kund! sollen wir hinaufziehen zum Kampf gegen den Christenkönig?« Da stand einer von ihnen auf, ein Profet der Finsterniss, wie Bileam, welcher früher schon den König von Ḥadyâ,[1] Namens Amanô, ins Verderben gestürzt hatte, indem er zu ihm sagte: »Ziehe nicht gegen den König von Sion, gib ihm auch nicht Tribut; wenn er aber zu dir kommt, so fürchte ihn nicht, denn er wird in deine Hand fallen und du wirst ihn mit seinen Truppen vernichten.« Amanô, der König von Ḥadyâ, hörte auf die Worte des Lügenprofeten (eines Genossen des Barkilâ,[2] der durch Verläumdung des Jesaia den Manasse verführte und vom rechten Weg abbrachte, dass er des Thrones verlustig gieng und gefangen nach Babylon gebracht und ins Gefängniss geworfen wurde), und empörte sich seinem Rath gemäss gegen den König von Sion. Aber König ʿAmda-Sion (stark wie Simson, ein Held wie David, sieghaft und unbesieglich im Krieg) brach zornig auf, zog nach dem Land Ḥadyâ, machte die Einwohner mit Schwertesschärfe nieder, die übrigen führte er gefangen weg sammt ihrem König, Grosse und Kleine, Männer und Weiber, Alte und Junge, und nahm sie mit nach seinem Reichssitz (ሀገረ፡ መንግሥት፡). Der Lügenprofet aber machte sich damals aus dem Staub, floh nach dem Land Îfât, und lehrte dort seine Lügen weiter. Und nicht bloss er ist ein Lügner, sondern alle Muslim sind es, da sie nicht glauben an den Sohn Gottes u. s. w. (1. Joh. 2, 22). Dieser also, von Sabraddin befragt, verkündigte ihm: »Die Herrschaft der Christen ist nun zu Ende und wird uns gegeben; du wirst unser König sein in Sion. Zieh' hinauf und bekämpfe den Christenkönig: du wirst ihn besiegen und unterwerfen sammt seinem Volk.« Ebenso sagten alle andern Wahrsager. Als der ungläubige König das hörte, sandte er in alle muslimische Landschaften, zog Truppen zusammen und machte daraus drei Abtheilungen: eine sollte in Amḥarâ einrücken und eine in Angôt, während er selbst sich zum Feldzug nach Šawâ, wo der König war, rüstete, der niedrigste Sklave gegen den obersten Meister, der Hundsschwanz gegen den Löwenkopf, im Glauben an die Rede, die sich ihm nicht erfüllte, dass es mit der Christenherrschaft zu Ende sei. Wir aber sagen, gemäss dem was wir aus den heiligen Schriften vernommen und erkannt haben, die Wahrheit.

[1] Ebenso (هدية) bei Maqr. p. 12 (8 Tage lang, 9 breit), nach Abulf. p. 161 südlich von Wafât, nach Lud. I. 3, 15 die südlichste Provinz (in der Nähe von Enarea), die selbst den Namen Kambât führe, während ihre Bewohner ሰብአ፡ ሐድያ፡ Hadyâ-Leute heissen. S. auch Krapf, Reisen in Ostafrika 1858, I S. 73 f.

[2] Asc. Jes. 3, 1 ff.

die nicht zweifelhaft[1] ist: die Herrschaft der Muslim dauert nur kurz. 700 Jahre, und wird dann abgethan; die Herrschaft der Christen aber bleibt und besteht bis zur Wiederkunft des Gottessohnes: zumal das Reich Äthiopien wird bleiben bis zur Zukunft Christi, nach der Weissagung Davids Ps. 68, 32.

ʿAmda-Sion aber, als seine Gesandten mit dem obigen Bescheid des Ungläubigen zurückgekommen waren und er von ihnen die Hohnrede des Rebellen vernommen hatte, rief seine Heeresobersten Šawâ-Raʿâd, Yanezʾe, Aygabâ,[2] Angòtay, Teʾyentay, Ḥagta-Guanay, Amlâk-Senâḥ, Awrê-Manzel, Yaʾakel-Gâdâ, und den Reiterobersten zur Rechten Degnâ, und den zur Linken Wedemʿâlâ, und hiess sie sich zum Kriege fertig machen, liess auch sofort aus seinen Vorrathshäusern Gold und Silber und prächtige, bezaubernd schöne[3] Anzüge herausgeben und seine Truppen ausstatten, vom Grossen bis zum Kleinen (denn in seinen Tagen war Gold und Silber wie Steine, und feine Kleider wie Laub und Gras). Nachdem er sie ausgerüstet, entsandte er sie zur Bekriegung des Sabraddin am 24. Yakâtît (18. Febr.) mit den Worten: »Gott gebe euch Kraft und Sieg, und stehe euch bei überall, wohin ihr ziehet!« Dem Befehl gemäss zogen sie erfreut aus. Eine kleine Abtheilung, welche man Wölfe (oder Hyänen)[4] nennt, gelangte schon in fünf Tagen in das Land des Ungläubigen, nicht aber die grosse Masse, weil die Wege rauh und bös, ohne gebahnte Strasse, waren. Jene kleine Schaar traf den Rebellen noch bei den Vorbereitungen zum Krieg, griff ihn an, drängte ihn aus seinem Hoflager (ተዕካ፡) hinaus, und er wich vor ihnen, und sie besiegten ihn in der Kraft Gottes. Darnach kam das königliche Gesammtheer, verwüstete sein Reichsland (ሀገረ፡ መንግሥቱ፡) und machten ungezählt Viele von seinen Schaaren nieder. Er selbst floh vor ihnen, und obwohl sie ihm bis Sonnenuntergang nachjagten, entkam er auf einem andern Weg. So machte Gott seine Ehre zu Schanden (1 Petr. 5, 5). Nun wandten die Truppen des Königs um, nahmen das Lager des Ungläubigen ein, plünderten die Schätze seines Hauses, nahmen Gold, Silber, feine Kleider und Edelsteine in zahlloser Menge, und brachten Männer und Weiber, Alte und Junge um, dass die Leichen auf den Strassen herumlagen wie Gras. Die andern nahmen sie gefangen, und blieb Niemand übrig, ausser wer mit dem Rebellen entflohen war.

[1] eig. die nicht ja und nein ist (ዘኢኮነ፡ እወ፡ ወአልቦ፡), eine Redensart, die noch öfter in dieser Schrift vorkommt.

[2] የንዘአ፤ አይገባ፡; aber unten S. 1034 stehen die beiden als ein Name እንዘ፡ አይገባ፡

[3] ዘየሀይዱ፡ አዕይንተ፡

[4] ተኵላ፡, s. unten S. 1027.

Da sie wegen des Gestankes der verwesenden Leichen sich nirgends mehr lagern konnten, zogen sie in eine andere Gegend (ሀገር፡), und schlugen da ihr Lager auf. An den König aber schickten sie Botschaft: »Glück auf, o König![1] Wir haben deinen Feind, der sich wider deine Herrschaft erhoben, besiegt, seine Truppen getödtet, die Übergebliebenen gefangen, auch seine Weiber und Kebsweiber gefangen genommen und nichts übrig gelassen, ausser was entflohen ist. Die Schätze seines Hauses haben wir erbeutet, Gold, Silber, feine Kleider, Edelsteine, Geräthe von Erz, Eisen, Blei und Glas in zahlloser Menge, und haben alles denen von Šaguerâ[2] und Zabr und Land Zegâ[3] übergeben, soviel sie tragen konnten. Er selbst aber ist uns durch eine List auf einem andern Weg entkommen.« Als der König hörte, dass der Rebelle entkommen sei, gieng er in die Kapelle, umfasste die Hörner des Altars[4] und flehte zu Jesus: »Höre die Bitte meines Herzens und weise nicht zurück das Gebet meiner Lippen, verschliesse nicht die Pforte deiner Barmherzigkeit um meiner Sünde willen; sende mir deinen guten Engel, dass er mir Führer sei auf dem Weg zur Verfolgung meines Feindes, der grossgethan hat gegen deine Schafe und deinen heiligen Namen!« Dann schenkte er eine Gabe für das Gotteshaus und kostbare Decken für den Altar. Hinausgegangen entsandte er diejenigen seiner Truppen, welche man (die von) Dâmôt, Saqalt, Guandar und Ḥadyâ nennt, Reiter und Fussgänger, eine sehr tüchtige, kriegsgeübte und tapfere Mannschaft, der keine andere im Kampf gleichkommt, mit ihrem Obersten Sagâ-Christôs Bagêmder, zur Bekriegung der Abtrünnigen, welche den Juden, den Kreuzigern, ähnlich sind, in Semên, Wagarâ, Salamt, Sagadê, die einst Christen gewesen waren, aber jetzt Christum verleugneten, wie die Juden, die Kreuziger, und die er deshalb, in seinem Eifer für die christliche Religion, zu vertilgen und zu verwüsten befahl. Andere Befehlshaber hinwiederum, nämlich Qanṣalbâ und die Fürsten (ስዩም፡) von Wâg, von Dâkhanâ und von Saḥart[5], ...[6] Mittel-Tawâzât[7] und Mittel-Meerland[7], sandte er zur Bekriegung eines Rebellen Namens Nedḥân. Der König selbst aber brach mit

[1] wörtlich: deine frohe Botschaft, o König! (ብስራትከ፡ ንጉሥ፡), eine Redensart, die noch öfters in dieser Schrift vorkommt.

[2] s. oben S. 1013. [3] s. oben S. 1014.

[4] Aus dem Alten Testament entnommene Phrase, wie auch die Hofkapelle hier und weiterhin ደብተራ፡ መርጡል፡ (Stiftshütte) genannt wird.

[5] Das ist سحرت des Maqr. p. 2, von dem er sagt, dass es früher مدينة المملكة gewesen sei, auch die Namen اخشرم und زرفرتا führe, und der König dort seinen Sitz habe; das سحرتا oder سحرتة des Abulf. p. 158.

[6] ወሠዩመ፡ ሰሐርትሃ፡ መኳብብሃ፡ ማእከለ፡ ተዋዛትሃ፡ ወማእከለ፡ ባሕርሃ፡

[7] s. oben S. 1012.

seinen Truppen, die bei ihm waren, am 6. Magâbît (2. März) auf, zog den Weg rechter Hand (የማንየ፡ ፋናት፡) und kam in die Provinz Dawàrô[1]. Der Statthalter dieses Landes, Ḥaydarâ mit Namen, war äusserlich ein Freund des Königs, im Geheimen aber conspirirte er (wie der verruchte zweizüngige Verräther Judas) mit dem Rebellen Sabraddîn, indem er mit ihm ausmachte: »Wenn er zu dir kommt, werde ich mit meinen Truppen zu dir stossen, und wenn er zu mir kommt, so kommst du mit deinen Truppen, dass wir ihn gemeinschaftlich bekämpfen und ihn mit seinem Heer von der Erde weg vertilgen.« Der König aber zog vorüber, langte in Gâsâ an am 28. Mîyâzyâ (23. April) und feierte dort fröhlich das Osterfest. Dort liess er das Lager und die Königin Jân-Mangasâ zurück, fiel in die Landschaft Samâryâ ein und tödtete dort viele Leute; ihre Weiber aber und ihr Vieh führte er als Beute fort. Am folgenden Tag verliess er heimlich seine Truppen und ritt zu Pferd eine Strecke von 4 Tagemärschen fort, gefolgt von 27 jungen, des Kriegs noch unkundigen Reitern. Daselbst tödtete der König viele Leute und lehrte sein Gefolge das Kämpfen, und brachte dort die Nacht zu mit den wenigen Soldaten; Speise ass er nicht und Wasser trank er nicht, löste nicht den Gürtel seiner Lenden, legte sich in jener Nacht auch nicht auf seine Seite zum Schlafen (nicht aus Furcht), sondern blieb in der Rüstung, denn er war seit lange an den Krieg gewöhnt und vertraute nicht auf die Menge seiner Reiter und Soldaten, nicht auf Bogen und Speer, sondern setzte sein Vertrauen auf Gott u. s. w. (Ps. 33, 16 f.). Seine Truppen aber schweiften indessen von Wildniss zu Wildniss, indem sie ihren König suchten, und da sie ihn nicht fanden, wehklagten sie: »Ach unser Herr! unser Herr! wir wissen nicht, ob er noch lebt oder nicht.« Als der Morgen kam, machte sich der König auf, zog seines Wegs, traf mit seinen Truppen wieder zusammen und kehrte mit vieler Beute ins Lager zurück. Darnach stiessen seine Heere, die er früher zur Bekämpfung des Rebellen abgeschickt hatte (S. 1016 f.), zu ihm, und meldeten, wie sie gekriegt und gesiegt haben. Dafür dankte der König Gott. Der Rebelle aber, als er erfuhr, dass der König sich mit seiner Armee vereinigt habe, fürchtete sich sehr und hatte keinen Ausweg mehr. Von Furcht und Zittern erfasst, sandte er einen Boten an die Königin und liess ihr sagen: »Ich habe mich verschuldet, dass ich gegen meinen Herrn, den König, mich empört habe. Nun aber ist es besser für mich, in die Hand des Königs zu fallen, als in die Hand eines anderen. Ich

[1] Nach Maqr. p. 11 f. دوارو, 5 Tage lang, 2 breit, angrenzend an Aufât; s. Lud. I, 3, 16.

will selbst kommen, dass er mir thue, was ihm beliebt.« Die Königin meldete dem König, was ihr Sabraddin hatte sagen lassen. Voll Zorn sagte er zu ihr: »Sende nun auch du zu ihm und lass ihm sagen: ob du kommst oder nicht kommst, kümmert mich nicht: auch wenn du in ein fernes Land ziehst, werde ich in der Kraft Gottes dich verfolgen: magst du in eine Höhle dich verkriechen oder weiter ziehen, ich werde nicht aufhören, dir zu folgen, und nicht in mein Land zurückkehren, bis ich dich habe.« Als diese Botschaft an ihn kam, machte er sich auf, kam selbst und stellte sich vor den König. Der König nahm ihn in Untersuchung und sagte: »Warum hast du also gehandelt? Den Tribut, den du für mich erhoben, hast du deinen Knechten gegeben, und mein Geld, das ich den Kaufleuten gegeben, um für mich Einkäufe zu machen, hast du weggenommen und sie selbst gefangen gesetzt; und noch viel Schlimmeres hast du gethan, du hast nach dem Königsthron gestrebt und ähnlich gehandelt, wie dein Vater der Teufel, der seinem Schöpfer gleich werden wollte.« Der Rebelle wusste vor Schrecken nicht zu antworten, denn das Gesicht des Königs war Furcht erregend; er sagte nur: »Thue mir, wie es dir gefällt!« Sofort erhoben sich die Offiziere des Königs, die zu seiner Rechten und Linken waren, voll Zorn und sagten: »Dieser verdient nicht zu leben, weil er die Kirchen verbrannt, die Christen getödtet, die übrigen gefangen geführt und zur Annahme seiner Religion gezwungen hat, und die höchste Höhe, den Königsthron ersteigen wollte«. Einige riethen, ihn mit der Schneide des Schwertes zu tödten, andere ihn mit dem Speer zu durchbohren, andere ihn zu steinigen, andere ihn zu verbrennen. Sie sagten zum König: »Glaube nur nicht, dass er in guter Absicht zu dir gekommen ist: vielmehr geht er mit Zauberkünsten um«. Sofort nahmen sie ihm seine Amulete (ኩርባታት፡) von seiner Hüfte und seinem Arme ab, und wurde sein Zauberspuck offenbar, worauf der König zu ihm sagte: »Hat all diese Zauberei dich aus meiner Hand errettet? Gott hat dich mir gefangen überliefert«. Dann befahl der König, ihm beide Hände mit eisernen Ketten zu fesseln; tödten aber wollte er ihn nicht, weil er barmherzig und geduldig war. So wurde der Aufrührer gefangen mit dem Strick, den er gedreht, in dem Netz, das er ausgespannt u. s. w. (Ps. 7, 16 f. 1. Ptr. 5, 5). Seinen Genossen aber, den arglistigen Ḥaydarâ, von dem wir oben sprachen,[1] den Gouverneur von Dawârô, liess der König ebenfalls gefangen setzen, und ihrer beider Rath wurde vereitelt, ihre Macht kraftlos. Freudig dankte der König Gott, dass er ihm seine Feinde unter seine Füsse gethan, schickte Boten in seine

---

[1] s. oben S. 1018.

Reichshauptstadt (ሀገረ ፡ መንግሠት ፡) d. i. Ṣion, an die Priester, Diakonen, Mönche und Vorsteher (ሠዩማን ፡) des Landes, und liess sagen: »Glück auf![1] Ihr habt meinen und Christi Feind durch euer Gebet besiegt. Thut auch ferner für mich Fürbitte, dass der Herr mir helfe durch euer Gebet! u. s. w. (Jac. 5, 16. 1 Tim. 4, 8)«. Darauf setzte der König den Gemâladdin, statt seines Bruders Sabraddîn, zum König über alle muslimische Provinzen (ኵሉ ፡ ምድረ ፡ ተንበላት ፡) ein und zeichnete ihn durch viele Ehrenbezeugungen aus.

Nach dem rückten viele Völkerschaften, welche man ʿAdal und Môrâ nennt, an; sie hatten den Plan gefasst, gemeinschaftlich den Christenkönig zu bekämpfen, ehe er nach ihrem Lande komme, und sich gedacht, wenn sie ihn da angreifen, wo er gerade sei, so werde er von Schrecken bestürzt in sein Land zurückweichen; wenn sie ihn aber in ihr Land vordringen lassen, so werde er sie alle vernichten. Unversehens um Mitternacht kamen die Muslim, umzingelten die gleich Anfangs vom König in das Land Ìfât gesandten Truppen, welche noch in einem besonderen Lager, in der Nähe des Lagers des Königs, standen, griffen sie in der Stille der Nacht, während sie im Schlafe waren und nichts vermutheten, an, machten etliche Leute unter ihnen nieder, und zogen ab. Ein zweites mal, da sie einen solchen Angriff bei Nacht machten, tödteten sie Menschen und Vieh und nahmen Gold, Silber und feine Kleider in Menge fort und brachten's heim. Angelockt durch solche Beute, kamen sie in einer dritten Nacht in viel grösserer Zahl, mit ihren tüchtigsten Kriegern, bestürmten die königlichen Truppen von allen Seiten sehr heftig, zerrissen ihnen die Zelte und Hütten, nahmen ihre Geräthe und zogen davon. Bei Morgenanbruch setzten die königlichen Truppen ihnen nach, trafen sie, wie sie eben die Zelte und erbeuteten Habseligkeiten unter sich theilten, hieben sie dort zusammen, dass keiner von ihnen übrig blieb, und jagten ihnen die Beutestücke wieder ab. Zum viertenmal schickten jene Fremden Kundschafter zur Erforschung des Lagers, aber diesmal wurden sie von den Soldaten des Königs erwischt und niedergemacht, dass das Lager in selbiger Nacht in Ruhe blieb. Am folgenden Tage begaben sich die Grossbeamten und Heeresobersten zum König und sagten zu ihm: »Wir wollen jetzt zurückgehen in unser Land, da Gott dir deine Feinde unterworfen hat; auch ist die Winterszeit herangekommen, so wollen wir denn heimkehren, damit wir nicht im fremden Land umkommen«. Der König aber entgegnete: »Saget dieses Wort nicht zum zweitenmal vor mir! ich werde nicht heimkehren, so lange die rebellischen Muslim mich, den König über ganz Äthio-

[1] s. oben S. 1017.

pien, bekriegen; ich vertraue auf Gottes Hülfe«. Auch Gemaladdîn, der König der Muslim, begab sich zum König mit vielen Geschenken und sagte zu ihm: »Ich bitte dich, o König, in dein Land zurückzugehen, nachdem du mich eingesetzt hast; ich werde deinen Willen vollziehen; auch ist ja das Land der Muslim zu Grund gerichtet und verwüstet; lass jetzt das, was noch übrig ist und richte es nicht noch einmal zu Grund, damit sie dir deine Handelsgeschäfte besorgen; denn ich und alles Volk der Muslim sind deine Knechte.« Da antwortete der König zornig: »So lange mich die Hunde und Hyänen beissen, die Otternbrut, der Same von Übelthätern, die nicht an den Sohn Gottes glauben, werde ich nicht in mein Land umkehren. Wenn ich umkehre, ehe ich in das Land ʿAdal komme, will ich nicht der Sohn meiner Mutter sein, soll man mich nicht Mann, sondern Weib nennen!«

Nachdem er das gesagt, brach er mit dem Heere auf von Gâsâ am 7. Sanê (1. Juni), zog vier Tagemärsche weit dahin, wo er früher, als er seine Truppen heimlich verliess, allein gewesen war, tödtete dort viele, ehe er ein Lager bezog, und lagerte sich erst, als er vom Kampf zurückkam, mit seinem Heer. Darauf kamen die Ungläubigen Nachts, in aller Stille, zum Angriff auf den König, von sieben grossen Landschaften, nämlich die von ʿAdal, Mòrâ, Tiqô, Paguemâ, Labakalâ, Wergâr, Gabôlâ, zahllos wie der Sand des Meeres. Sie alle hatten zusammen den Plan gefasst, den König, ehe er in ihr Gebiet eindringe, bei Nacht zu überfallen, und ihn während des Schlafs mit seinem Heer vollständig aufzureiben. Als nun der König mit seinen Truppen schlief, umzingelten sie sein Lager. Da schrieen seine Truppen: »Wo ist der König, dass er uns aus der Hand der Ungläubigen rette?« Davon erwachte er von seinem Schlaf, stand auf, gürtete das Schwert an, bestieg sein Pferd, warf sich den Ungläubigen entgegen, bekämpfte sie, und sie wichen vor ihm und flohen; er kehrte dann ins Lager zurück und dankte Gott. — Das wiederholte sich ebenso in einer zweiten und in einer dritten Nacht (f. 7, b, β—γ); nur wird das drittemal noch eine besondere That von ihm erzählt, nämlich: Im Kampfgedränge machte sich einer der Ungläubigen, der sich einem der königlichen Soldaten ähnlich gemacht, von hinten an den König und gab ihm einen Schwertstreich, durch den sein Gürtel und sein Schlachtkleid (Panzer? ቈብዕ፡ ሀብእ፡) zerhauen wurde. Da wandte sich der König und brachte den fremden Mann auf einmal durch einen Stoss mit dem Speer auf die Stirn zu Fall. Seine Truppen aber stürmten fort zur Verfolgung der Ungläubigen, konnten aber vor diesen, als sie sich umwandten und wieder zum Kampfe sich stellten, nicht Stand halten, bis auf ihr Hilfsgeschrei der König angesprengt kam, mitten unter die Feinde hinein, und einem von ihnen mit dem Speer einen Stoss

gab, dass er rückwärts niederfiel. Da stoben sie auseinander. Er aber verfolgte sie mit seinen Truppen, richtete ein grosses Blutbad unter ihnen an, füllte den Boden weit und breit mit ihren Leichen, und kam siegreich, Gott dankend, ins Lager zurück. Den andern Truppen aber, die nicht mit ihm im Kampf gewesen waren, gab er Befehl, die Flüchtigen weiter zu verfolgen. Diese jagten ihnen nach die Nacht durch, trafen sie Morgens jenseits des Stromes (ባሕር፡), machten sie nieder und kamen mit den Waffen, die sie den Gefallenen abgenommen, zurück.

Dann zog er weiter an einen andern Ort. Hier liess er seine Truppen(führer) zu einer Versammlung zusammentreten am 28. Sanê (22. Juni), und sagte zu ihnen: »Höret, dass ich zu euch rede. Nach Ost und West, Nord und Süd hin, in Tigrê, Guajâm, Wagarâ, Dâmôt, Ḥadyâ, allwärts haben wir Krieg geführt. Haben wir nicht durch die Kraft Gottes sie besiegt, sie theils getödtet, theils gefangen genommen? Und nun fürchtet euch nicht vor den Ungläubigen! seid mannhaft und zweifelt nicht, denn Gott wird für uns kämpfen. Wenn sie mit dem Schwert gegen euch kommen, so habt ihr ein Schwert; wenn mit dem Bogen, so habt ihr Bogen; wenn mit dem Speer, so habt ihr Speere. Habt ihr nicht gehört, wie diese Muslim, die den Messias verläugnen, sagen: Wenn die Christen uns tödten, so werden wir Märtyrer, und wenn wir die Christen tödten, so erlangen wir das Paradies? So sagen die Muslim, welche keine Hoffnung auf Seligkeit haben, und sind muthig zu streiten. Wie könnt ihr, die ihr den Vater, Sohn und Geist kennet, die ihr auf seinen Namen getauft und durch sein Blut geheiligt seid, die Ungläubigen fürchten? Vordem waret ihr mannhaft, für mich zu streiten; nun aber seid mannhaft, für Christus zu streiten! gemäss den Canones, welche sagen: bekämpfe die Ungläubigen und Abtrünnigen mit dem Schwert, und ziehe dein Schwert für den vollkommenen Glauben! So seid denn stark und verlasst euch auf Gott« u. s. w. (Ps. 56, 12. 118, 7. 10). Dann sagte er zürnend zu ihnen: »Statt dass ihr euer Herz auf dem Rücken traget, nehmet es vor euch, wohin es von Natur gehört, und thut die Furcht von euch! Ich schwöre bei dem lebendigen Gott, dass ich, mag es auch Winter, mag es auch Sommer werden, nicht umkehren werde in mein Land, bis ich die Ungläubigen durch die Kraft meines Gottes vernichtet haben werde. Sterben wir oder leben wir, so sind wir des Herrn. Ich habe mein Herz fest gemacht in Christus; machet auch ihr das eurige fest«! So ermuthigte er sein Heer durch milde und durch zürnende Worte. Und wiederum sagte er zu ihnen: »Höret, ich will euch erzählen, was ein Mönch, Namens Za-Emmânûêl, ein heiliger Gottesmann, mir durch einen Boten sagen liess, indem er

sprach: Höre mein Sohn, was ich dir offenbaren werde, nicht etwa vermittelst Traum oder Lügenprofetie, sondern aus den heiligen Schriften. Die Herrschaft der Muslim ist am Ende. Früher kämpftest du um eine vergängliche Herrschaft, jetzt aber ermanne dich zum Kampf für Christus, gemäss den apostolischen Canones. Bekriege die Ungläubigen und fürchte sie nicht; du wirst sie besiegen. Das liess mir der Mönch sagen. Und ich sage euch: warum fürchtet ihr die Ungläubigen? Glaubet nicht, dass ihr durch Furcht entkommen werdet, vielmehr durch Muthfassen. Höret ein Gleichniss. Wann Mâl mit Gerâmâl im Streit sind, so stiften Guandarat die Versöhnung zwischen ihnen; und wann Yalàʿdàt mit Gìʿa kämpfen, so stiften Yarḥ die Versöhnung, und wenn Saglà mit Bàkat kämpfen, so stiften Wâlsâ die Versöhnung[1]; ihr aber, habt ihr hier einen Freund oder Verwandten, dass er zwischen euch und den Muslim Versöhnung stifte? Saget mir doch: haben wir wohlgethan, seit wir den Ḥawâš überschritten haben, bis hieher, nach rückwärts und vorwärts?« Als er das gesagt (und sie immer noch schwiegen), wurde er zornig und sprach: »So saget doch, was ihr sagen wollt! Ich schwöre bei dem Gott des Himmels, dass ich nicht in mein Land umkehre, bis ich die Muslim vertilgt habe«. Da (endlich) antworteten ihm seine Offiziere mit éinem Mund: »Ja, König, wir werden alles thun, was du uns befiehlst, und wie du sagst, so sei es! Aber gib uns deinen Segen!« Da segnete er sie mit eigenem Mund und sagte: »Schwert, Speer und Pfeil der Ungläubigen treffe euch nicht, sondern euer Schwert soll in ihr Herz dringen, ihre Bogen sollen zerbrochen werden, euer Messer soll sie fressen, euer Speer sie ausrotten! Euch aber errette der Herr und bedecke euch mit seinem Schild, gebe euch Kraft und Sieg«! Da sagte alles Volk: Amen, so sei es!

Darauf brach der König auf am 1. Ḥamlê (25. Juni)[2], zog fort, überschritt den grossen Fluss Yàs, kam in das Land Mòrà und bezog ein Lager. Dort stellte sich eine Frau ein aus christlichem Geschlecht, welche früher verkauft worden war, und machte folgende Meldung: »Die Muslim sagten: wann der Himmel sich röthet und Regen mit Sturm eintritt, werden wir die Christen aufreiben«. In jener Nacht fiel Regen und wehten die Winde; die Zelte des Königs wurden zerrissen, und blieb nichts im Lager unzerrissen, ungebrochen und unzerstört; das ganze Lager gerieth in Bestürzung. Der König aber

[1] Saglà und Wâlsâ sind bei Lud. 1, 3, 10 als Distrikte von Amḥarà aufgeführt; demnach müssen auch die übrigen Namen Eigennamen, von Distrikten oder Stammgenossenschaften sein.

[2] በርእሰ ፡ ሠርቀ ፡ ወርኃ ፡ ሐምሌ ፡; dass aber nicht der Neumond des Ḥamlê zu verstehen ist, ergibt sich aus dem Folgenden.

hatte durch die Ausrufer im Lager verkünden lassen: »Fürchtet euch nicht und erschrecket nicht, ihr Christenvolk, wenn ihr Regen und Sturm sehet, denn es ist uns ein Zeichen von Gott, dass wir die Ungläubigen umstürzen werden«. Damit wollte er ihnen Muth machen. Wirklich kamen die Ungläubigen in jener Nacht und umringten das königliche Lager am 5. Ḥamlê (29. Juni), am Apostelfest. Man schrie nach dem König; er liess das Horn blasen, die Truppen erhoben das Schlachtgeschrei und schlugen den Feind zurück. Darauf zog er einen Tagmarsch weiter und schlug das Lager auf. Wiederum kamen die Ungläubigen zu einem nächtlichen Angriff u. s. w.; auch diesmal wurden sie, aber nur durch das persönliche Eingreifen des Königs zurückgeworfen.

(So weit bis f. 8, b, γ. Von hier an, wo die Erzählung sich den Hauptheldenstücken des Königs entgegen bewegt, mischt der Lobredner immer mehr Reflexionen, Reden u. s. w. ein, welche in der Übersetzung wiederzugeben unnütz ist, sofern sie keinen geschichtlichen Stoff enthalten.)

Unter solcher Kriegführung drang ʿAmda-Ṣion kraftvoll in das grosse Land ʿAdal ein, wohin andere Könige nicht gekommen waren, wo man Ost und West nicht erkennt. Er lagerte sich bei einem Ort, Namens Dâs; das Wasser desselben nennt man Fûr. Dort stritten sich die Priester bei der Lagerkapelle über den Ostpunkt. Einige machten Ost zu West und West zu Ost. Mitten im Winter ist es dort heisser Sommer, der Menschen und Thiere versengt; Gras und Wasser findet sich nicht; Wasser trinken sie wenig, nach dem Maass zugemessen. Auch in ihren Ortschaften haben sie kein Quellwasser, sondern verdorbene Cisternen, von Menschenhand gegraben. Die Steine des Landes sind wie Dornen (so spitz), und die Menschen gehen auf ihren Händen, die Füsse nach oben, den Kopf nach unten, und laufen auf ihren Händen, wie mit den Füssen. Dort nun kamen die Ungläubigen wieder und bestürmten die königlichen Truppen die ganze Nacht durch, wurden aber tapfer zurückgeschlagen. Und nun vernehmet, ihr Volk von Äthiopien, was ich euch erzählen will, wie die Muslim den ʿAmda-Ṣion bekriegten. Ein Mann, Namens Ṣâleḥ, seinem Amt nach ein Qâdhi (ቃዚ:), in der Stellung eines Erzbischofs, den die Könige und Oberhäupter ehren und fürchten wie Gott, brachte eine Vereinigung sämmtlicher Könige und Oberhäupter (መኳንንት:) zu Stand. Nämlich je ein König von ʿAdal, Mòrà,[1] Labakalà,[2] Hagarà, Fadsè,[3] Gedày,[4] Nagab, Zûbà, Ḥarlà, Hòbat, Ḥargalâ, Tarsà, Eym,

[1] s. oben S. 1021 und 1023. [2] s. oben S. 1021. [3] s. oben S. 1014.

[4] s. oben S. 1014; جدايه bei Maqr. p. 27.

Elberô, Zêlʿa,[1] Estè (also 16 im Ganzen). Oberhäupter von Dawârô[2] 9, Delhôyâ 8, Wergâr[3] 12, Gâsâ[3] 7, Gôḥan 8, Madgôt 8, Ḥargôl 4, Zasôy 9, Ṭâlô 5, Taʾarakâ 3, Edergal 3, Wadaʿânâ 4, Kâsô 3, Sasôgî 5, Mîtâlôt 3, Zaṭîrkâsô 3, Hagarâ 99, ʿAdal 1000, Leḥn 3, Zebûrâ 17, Fagî 3, Salṭagî 3, Warsûṭ 5, Zerwâsgî 10, Temâkî 12, Takaw 5, Guaʿât 3, Ṭâydak 5, Afôlʿây 12, Yasda 5, Mazgarat 3, Kûmgedây 1000, Kerôrô 5, Gîtô 4, Atqêṭ 1, Gemûḥgâr 1, Guerî 1, Gûtûr 1, Îzazô 1, Lashanâ 1, Gazʾa 1, Ober-Wâz 1, Unter-Wâz 1, Haryâ 1, Ḥeguedʾèlâ 1, Wagarasalâ 1, Wersâg 1, Deguen 1, Gamarâr 1, Mîlâʾ 1, Lag 1, Unter-Ḥasayâ 1, Ober-Ḥasayâ 1, Zôt 1, Guerâʿ 1, Azât 1, Ḥadaqîr 1, Kerker 1, Makây 1, Regarên 1, Magdârî 1, Esreskû 1, Hòbat 7, Ḥetfî und Akuarhô 9, Lât 8, Sôt 5, Degue 3, Kuerhô 1, Zegamâ 1, Zàtarâ 1, Mayagab 1, Gâzâkô 1, Zehûya 1, Galṭât 1, Yegʿâmad 1, Zeguerm 1, Nagâʾèn 1, Atgût 1, Warî 1, Warakuesô 1, Hêgrâ 3, Sarar 8, Ṭarnaba 9, Adarâ 2, Kîyârî 1, Môrâ[4] 8, Ober-Labakalâ[4] 5, Unter-Labakalâ 5, Gabôlâ[3] 5, Gedârîmgâd 3, Qaramlè 9, Gâsakùr 1, Màlùkè 1, Zagàmikasò 1, Yedagòlò Argî 1, Awîsâ 1, Dabîḥôr May 1, Dabîdaḥalâ 1, Ṭaybît 1, Zîbâ 10, Ṭôbâ 1, Gamaʾalâgûb 1, Argî 5, Marmarâ 5, Kalkasêr 1, Guerê 1, Sendî Zaḥazâr 2, Talag 10, Eraṭô 1, Mâlô 5, Erûb 5, Talfâl 9, Agdôr 10, Balas 7, Hêwê 10, Afardabô 4, Agabôt 8, Adbîgî 1, Zewersegî 1, Zerabgî 1, Qeḥbeḥr 1, Yeṭarôqegî 1, Zegueʿe 1, Zewaqay 1, Zewî 1, Aws 1, Ḥargaya 1, Ayâz 3, Ragalô 3, Maqar 1, Sârî 2, Maqôz 5, Asgêr 1, Yakabâygî 1, Waʾatên 5, Aslâl 4, Guerzâlgî 12, Gerâgî 10, Gâlfeʾagî 5, Nagabêhêgrâ 1, Makâygâr 1, Nagabdaḥalâ 3, Tarsâ 4, Kanmadagân 5, Zeʾmûlgî 1, Zaʾabresgî 1, Zadûlgî 1, Marṭalât 1, Seya 1, Dafraqâ 5, Temûz 1, Tabôkê 1, Unter-Ṭôbâ 1, Ekîlâ 1, Ṭarsaḥab 5, Zefgegî 4, Sakôt 3, Harar[5] 5, Zabîlgî 1, Maṣayat 1, Barhô 1, Mîtrâ 1, Fedûsfârâ 1, Seṭâ 2, Baraṭâ 3, Ṭasanâ 2, Guasat 2, Atûrgaraz 3, Mîkâs 2, Serwadê 5, Waṭâ 6, Egalâ 3, Êlsas 1, Megâ 1, Gâsôr 1, Zalab 1, Gefî 3, Sabaka 1, Wakîl 1, Dûlam 1, Elalqôbâ 1, Gûlân 1, Gafalâ 1, Zan 1, Ḥôrî 1, Êlât 1. Und die Oberhäupter von Zalân[6] waren folgende: von Eguerbâ 1, Qerâʾên 1, Meṭḥanâ 1, Fegrâmârâ 1, Dalan 1, Ayfelô 1, Walṭwalṭ 1, Wâtalta 1, Denkueʾelô 1, Akuarsô 1. Und die Oberhäupter von Gabal[7] waren folgende: Agabô 1, Belʿembâ 1, Mayrabas 1, Ḥêrmâ 1,

---

[1] Zeilaʿ, زيلع bei Maqr., Abulf., زالغ bei Edrîsî.

[2] s. oben S. 1018. [3] s. oben S. 1021. [4] s. oben S. 1024.

[5] s. die Beschreibung dieser noch heute wichtigen Stadt bei Burton first footsteps in East Africa. 1856.

[6] Kommt auch bei Maqr. S. 21 Z. 10 vor als زلان.

[7] Das Hirtenvolk Gabal, s. oben S. 1014.

Aydam 1, Zarḥ 1, Ḥakuemâ 1, Awêsâ 1, Habanzagal 1, Balḥâkâ 1, Alâṭôr 1, Alûlâ 1, Garbaʾadô 1. Und alle die Könige und Oberhäupter zusammen 2722: und die Moscheen dieser Könige und Oberhäupter, ohne die der Oberhäupter von Zalân und Gabal, 12048.

Auch Gemâladdîn, der Bruder des Sabraddîn, welchen der König aus dem Gefängniss losgelassen und an der Stelle seines Bruders Sabraddîn zum König der muslimischen Provinzen gemacht hatte, rebellirte und verbündete sich mit jenen Königen und Oberhäuptern. Er sandte zum König von ʿAdal und liess ihm sagen: »Gruss Dir und Gruss deiner Hoheit! Höre meinen Rath und horche auf meine Rede, die ich dir sagen werde! Siehe der Christenkönig ist gekommen durch einen Engpass, einen Weg, wo er nicht hinauskann. Wähle du nun für dich selbst eines von den beiden: entweder giebst du ihm Steuer und Abgaben oder nicht. Wenn du ihm Abgaben aufbringen willst, so verkaufe dein Weib und deine Kinder und alles, was du hast; wenn du dies thust, was übrigens deine Vorfahren nie gethan haben, wird die Knechtschaft deinen und deines Hauses Nachkommen nie mehr abgenommen werden. Erkenne also nach deiner Weisheit, wie du handeln sollst. Ziehe Truppen zusammen, welche mit Schwert und Bogen, mit Schild und Speer, mit Lanzen, mit eisernen und hölzernen Keulen kämpfen. Auch ich werde mit meinen vielen Truppen zu Pferd und zu Fuss mich anschliessen, und wir wollen ihn von allen Seiten umzingeln und auf einmal aufreiben, keinen von ihnen übrig lassen.« Der König von ʿAdal, als er das hörte, berief die Könige und Oberhäupter mit ihren Truppen und Landesbevölkerungen zusammen: 4 Monate arbeitete er an ihrer Zusammenziehung. Als er nun sah, wie alle diese vielen Schaaren in einer Menge, die Niemand zählen kann als nur Gott allein, sich vereinigten, wurde er übermüthig und höhnte gegen Gott wie Pharao und Sanherib u. s. w., brüstete sich gegen den Namen Christi und sagte: »Das Zeugnisszelt (die Kapelle) werde ich zur Wohnung für mich einrichten, die goldenen und silbernen Geräthe und heiligen Gewänder darin für mein Haus benutzen, die Christen sammt ihrem König vertilgen, ihre Habe meinen Truppen austheilen, die übrigen zu Feldarbeitern, Kamel- und Viehhirten machen, die Königin Jân-Mangasâ und die Weiber, Kebsweiber und Töchter des Königs an die Mühle thun.« Dann gab er den Königen, Oberhäuptern und Truppen Befehl, zur Bekämpfung des Christenkönigs aufzubrechen, ehe der König von Îfât anlange, weil die Beute nicht für sie und ihn ausreichen werde. Das hatte Gott so bewirkt, der ihren Plan verkehrte, wie den des Aḥitôfêl gegen David. So kam also der König von ʿAdal mit den genannten Königen und Oberhäuptern, und über-

fielen den ʿAmda-Sion und umzingelten sein Lager am Freitag, den 9. Ḥamlê (3. Juli), da er allein war und seine Truppen nicht bei ihm.

Nicht bei ʿAmda-Sion anwesend waren folgende Truppentheile: die Qasta Neḥb (Bienen-Bogen) mit ihrem Obersten Semyeṣ̂hal; die Takuelà[1] (Wölfe), verdolmetscht Starke, mit ihrem Obersten Šèwà Raʿàd[2]; die Kuaram (Nobelgarde?), die Reiter zur Rechten und zur Linken, mit ihren Obersten Wedemʿàlà[2] und Degnà[2]; die Bàryà mit ihrem Obersten Angòtày[2]; die Ḥarb Guandà mit ihrem Obersten Awrê Manzel[2]; die grossen Warmat[3]-Träger mit ihrem Obersten Za-Adònàwì; die Garangarê[3]-Träger mit ihrem Obersten Amlàk Senhò[2]; die Warmat[3]-Träger zur Rechten und zur Linken mit ihrem Obersten Teʿyentay[2] und Ḥagtaguanay[2]; die Guajàm der Rechten und der Linken mit ihren Obersten Wàdlay und Ḥarba Ìgarà; die Dàmòt mit ihrem Obersten Màrkasway; die Schwertträger mit ihrem Obersten Ḥarb Esmeʿà; die Thronträger mit ihrem Obersten Ekìnʿedù Ḥalafa; die Wedelträger mit ihrem Obersten Beḥt Akala; die berittenen Guajàm mit ihrem Obersten Wedem; die Schwarzen, welche Schild (ወልታ፡) tragen, mit ihrem Obersten Guedfay. Alle diese Truppen des Königs und die Truppen der Rechten und Linken, des Vortrabs und der Nachhut, die Truppen von Amḥarà Šèwâ Guajàm Dàmòt, welche zum Krieg gerüstet von ihm mit Gold, Silber und prächtigen Anzügen ausgestattet waren, die Pfeil- und Speerschützen, die Reiter und Fussgänger, kräftige Fusstruppen, kriegsgerüstete, welche, wenn sie in den Kampf giengen, wie Adler darauf losstürzten, wie Gazellen liefen, ihre Füsse wie rollende Steine, ihr Getöse wie Meeresgetöse (Ez. 1, 24), — sie alle, auf die der König sich verlassen konnte, wann sie gegen die Ungläubigen kämpften, waren bei ihm nicht anwesend, sondern nach anderen Orten gegangen, wohin sie der König geschickt, und brachten da viele Menschen und Vieh um; wer aber beim König sei, wussten sie nicht.

Der König ʿAmda-Sion aber war in seinem Standlager (ተዐይን፡), lag auf dem Bett, sehr krank, hatte sieben Tage durch nicht gegessen und getrunken. Da befahl er einem Jägermeister, Namens Zònà-Yamànù, der die Hundejungen unter sich hatte,[4] für ihn Wildpret zu jagen. Während er auf der Suche war, stiess er unterwegs auf die Truppen der Ungläubigen, liess das Jagen und schickte dem König Meldung: »Schaaren der Ungläubigen, zahlreicher als dein gesammtes Heer, sind im Anzug, wir werden zu dir kommen, um mit dir zu sterben.« Als

[1] s. oben S. 1016. [2] s. oben S. 1016.

[3] ወርሞት፡ bis jetzt unbekannt; ገሬንገሬ፡ ist ein Schild (d'Abbadie dict. c. 832).

[4] ኦሐዴ፡ ሐሬዶ፡ ዘስሙ፡ ዞና፡ የማኑ፡ ሊቀ፡ ንኡሳን፡ እለ፡ ይስሕቡ፡ አኽሉብተ፡

der König das hörte, sandte er Kundschafter zu Pferd aus, um das feindliche Lager auszuforschen, ob es gross oder klein sei. Als sie der Menge der Ungläubigen ansichtig wurden, ausgedehnt wie Nebelwolken, welche weit und breit den Himmel überziehen, massenhaft wie Heuschrecken, welche den ganzen Boden bedecken, wurden ihre Augen finster und ihr Herz schwand, und brachten die Meldung zurück: »Das ganze Land kann diese Völker nicht fassen; wenn alle Kriegsheere Äthiopiens, von einer Grenze zur andern, vereinigt beisammen wären, könnten sie ihnen nicht Stand halten.« Als der König das hörte, stand er von seinem Lager auf und wollte aus seinem Zelt hinausgehen, noch krank und schwach, wie er war, war aber nicht im Stande, seine Hüfte zu gürten und auf seinen Füssen zu stehen, und fiel aufs Bett zurück. Da richteten ihn seine Diener auf, gürteten ihm das Wehrgehänge um, und er trat aus dem Zelt heraus, hin und her schwankend.[1] Ihm folgten die beiden Königinnen und sagten zu ihm unter bitteren Thränen: »Wie kannst du, unser Herr, in den Kampf ziehen? Hast du einen Fuss zum Laufen, wie früher da du gesund warst? hast du eine Hand, um den Bogen zu spannen, Schild und Speer zu halten? hast du Kraft, ein Pferd zu reiten, da du von Krankheit erschöpft bist?«[2] Der König aber antwortete, er wolle nicht den Weibertod sterben, er wisse wie Krieger sterben, und gieng.

Nun folgen rührende Scenen (f. 10, a, γ—11, b, α), welche im Einzelnen zu übersetzen nicht lohnt. Die jüngere Königin ersucht die ältere, ihn zurückzuhalten, aber die ältere billigt seinen Entschluss, wie ein Mann zu sterben. Der König stärkt durch Gebet seinen Muth und seine Kraft, und zieht gekräftigt aus dem Lager hinaus. Die Königinnen und andere Weiber sehen ihm vom Lager aus nach. Sie, namentlich die ältere Königin Jàn-Mangasà, beten lange Gebete, klagen lange Klagereden, ebenso die Priester in der Kapelle beten für ihn; er selbst der König, draussen vor dem Lager sitzend und wartend, betet inbrünstig: »Gott mächtig und stark, Gott mächtig im Krieg, barmherzig und menschenfreundlich, rette dein Volk und vertilge es nicht um meiner Sünde willen, sondern erbarme dich seiner nach deiner Barmherzigkeit. Mir aber thue, wie dir gefällt!« Nun rücken die Feinde an in unzähliger Menge, wie Heuschrecken die ganze Erde bedeckend, »so dass es uns vorkam, als ob die Bäume und Hügel mit ihnen liefen; so wie, wenn die Wolken über den Himmelsplan hinziehen, Mond und Sterne mit zu laufen scheinen, so giengs uns

---

[1] እንዘ፡ ይትናፀይ፡ ለፌ፡ ወለፌ፡; bis jetzt in dieser Bedeutung sonst nicht belegbar.

[2] ሐፀት፡ ንፍስከ፡ በሕማም፡

beim Anblick der Ungläubigen.« Die Jân-Mangasâ gedenkt jetzt an ein Wort, das früher ein Muslim zum König gesagt hatte, dass wenn die Muslim an ihn kommen, sie gegen seinen Lagerort und das Trinkwasser daselbst Zaubermittel anwenden werden, und sendet dem König Jordanwasser und Golgathastaub (als Gegenzauber) hinaus, dass er sich und seine Leute damit besprenge. Mit diesem Jordanwasser lässt der König durch den Priester Takla-Sion zunächst sich selbst besprengen (»taufen«): dadurch wird seine Krankheit und Schwäche ganz von ihm genommen und er mit Kraft von oben bekleidet, und er sagt: »Dieses Jordanwasser sei mir ein Viaticum, wenn ich sterbe; wo nicht, so gebe es mir Kraft zum Leben.« Dann lässt er auch die wenigen Truppen, die er bei sich hatte, damit besprengen. Das waren aber nur zum kleinsten Theil wirkliche Soldaten, Berittene und Fussgänger, die meisten ungeübte Leute des Lagers, z. B. Müller, Bäcker, Viehhirten. Während er diesen Muth zuspricht, kommen die Feinde näher, indess Weiber Zaubermittel vor ihnen her aussprengen, wogegen der König Jordanwasser sprengen lässt. Nun schickt er einen Vortrab zu Pferd und Fuss voraus, dem Feind entgegen. Aber dieser wird zurückgeworfen, und räth nun, entweder in die Verschanzung des Lagers sich zurückzuziehen, oder zu Pferd zu dem abwesenden Hauptheer zu eilen, und dann mit diesem vereinigt den Kampf aufzunehmen. Der König aber, standhaft und in den Willen Gottes ergeben, weist alle solche Rathschläge zurück, fest zum Kampf entschlossen, und ruft seinen Leuten, die fliehen, zu: »Wohin wollt ihr fliehen? glaubt ihr denn heute in euer Land zu entkommen? Denket ihr nicht daran, wie ich euch auf- und grossgezogen habe mit fetten Rindern, mit Hydromel, mit bestem Weizen, euch ausgestattet mit Gold, Silber und prächtigen Anzügen?«

F. 11, b, β: Als er das gesagt, stürzte er drauf los, wie ein Leopard (ነምር፡) und sprang wie ein Löwe, bestieg sein Ross, das den Namen Ḥarb-Asfarê führte, und sagte zu einem Stallmeister (ሊቀ፡ አፍራስ፡ ንጉሥን፡), Namens Zanaʿasfarê: »Dring du rechts hin unter die Ungläubigen ein«. Der that wie ihm befohlen, und drang unter ihnen ein und über sie hinaus, gefolgt von fünf Reitern, Namens Taklâ, Wanag Raʿâd, Sâf-Sagad ein Sohn des Königs, Badl Wabaz, Qedmay. Der König aber drang links ein, wo die Masse der Ungläubigen war, schreckte nicht zurück und wandte nicht den Rücken, als ein Regen von Pfeilen, eisernen Speeren und Holzlanzen auf ihn fiel. Als sie dann mit Schwertern auf ihn eindrangen, machte er sein Gesicht hart wie Stein, trotzte dem Tod, zerriss ihre Reihen, und sie konnten vor ihm nicht Stand halten, denn er war seit lange kriegsgeübt. Die oben erwähnten sechs Reiter aber stiessen die Ungläubigen von hinten her

nieder. Als der König die Ungläubigen so zurückwarf, kamen auch seine Leute, die geflohen waren, wieder. Und nun drängte er die Ungläubigen vor sich her in viele mächtige Gruben hinein, die Gott (durch ein Wunder?) bereitet hatte. Vom Pferde abgestiegen nahm er seinen Schild und stiess sie nieder; wie der rechte Arm müde war, stiess er mit der linken Hand. Jene Völker aber waren von grossem Wuchs, hässlichen Ansehens, ihr Haupthaar, wie das Haar der Weiber, in Zöpfe geflochten, bis an ihre Hüfte reichend. Und wenn sie in den Kampf gehen, schliessen sie sich zusammen und binden die Säume ihrer Kleider an einander, damit sie aus der Schlacht nicht entfliehen können, denn sie sind sehr kriegerisch. 'Amda-Sion aber überwältigte und vertilgte sie in der Kraft des Sohnes Gottes und durch die Hülfe der Sion, der himmlischen Braut, des Ruhmes der ganzen Welt, und durch das Gebet der Priester, Diakonen, Mönche, aller gläubiger Männer und Weiber, hauptsächlich aber durch sein gläubiges Gottvertrauen. Darnach machte sich der König zu Pferd an die Verfolgung der Geflohenen, begleitet von nur wenigen Truppen, welchen er streng verbot, sich mit Beutemachen abzugeben. Einen Mann seiner Truppen, den er traf, wie er eben einem Gefallenen die Kleider abnahm, stiess er von hinten mit dem Speer nieder. Das gab Furcht. Die Gefallenen aber zogen die Weiber aus, und brachten Beute an Waffen ins Lager heim, dass sie nicht alles tragen konnten. Derartige Dinge sind unter andern Königen nicht geschehen; unsere Vorfahren haben uns nichts der Art überliefert, und weder wir noch unsere Väter haben etwas der Art gehört und gesehen. Nachdem der König mit denen auf der Rechten fertig gemacht, kam er von hinten her über den linken Fügel, und zerstreute sie, wie Wind den Staub verweht. Er tödtete unter den Ungläubigen von der sechsten Tagesstunde bis Sonnenuntergang, bis seine Hand von Menschenblut an seinem Speer klebte und man sie mit Gewalt losmachen musste.

Nun folgen von f. 12, a, α an wieder Reflexionen des Erzählers über das Ausserordentliche und Einzigartige dieses Kampfes. Dann werden wieder rührende Scenen geschildert. Nach beendigtem Kampf nämlich lässt der König der Jàn-Mangasà, die wohl Anfangs vom Lager aus die Schlacht mit ansehen konnte, aber später, als der Kampf sich ferner zog, den König nicht mehr sah, sagen, dass er noch lebe, worauf sie und die andern königlichen Weiber in die Kapelle gehen und ihre Dankgebete sprechen. Ebenso der König, mit Sonnenuntergang ins Lager zurückgekehrt, lässt es sein erstes sein, in der Kapelle Gott seinen Dank für den wunderbaren Sieg zu erstatten; desgleichen die Priester. Dann folgen rührende Begrüssungen mit der Königin, die ihm Hände und Füsse küsst und seinen Hals umschlingt, und mit

den andern Weibern. Spät Abends kommt das Hauptheer des Königs, das an andern Orten Krieg geführt hatte, zurück, rückt im Lager ein und giebt seinem Schmerz darüber Ausdruck, dass der König diesen Streit ohne es ausfechten musste. Am andern Tage wird vom König, seinen Weibern, Offizieren, Geistlichen das Schlachtfeld begangen und Alle sehen das Wunder, das Gott durch seinen König Gabra Masqal gethan. Da findet sich, dass auch »der König der Ungläubigen«, den diese wie einen Gott halten, Namens Sâleḥ,[1] getödtet war; an seinem Hals hing ein Zeichen, gleich einem Hügel (አምሳለ፡ ወግር፡): der König lässt seinen Leichnam an einem Baum am Thor des Lagers aufhängen, damit jedermann ihn sehe. Auch ein Weib, eine Zaubererin die mitgekommen war und vor den Ungläubigen her Zaubermittel ausstreute und Staub und Asche mengte,[2] von grossem Wuchs, mit grauem Kopf und langen schneeweissen Haaren am Leib (ጸጉረ፡ ሐምሳ፡) wie Pferdehaare, fand sich unter den Todten. Wunderbares hat Gott gethan u. s. w. bis f. 13, a, α.

F. 13, a, β — b, β hält der König wieder (wie S. 1022 f.) eine Rathsversammlung mit seinen Grossen, in welcher er unter Hinweisung auf die Grösse der Thaten, die Gott bis jetzt durch ihn gethan, ihnen die Frage vorlegt, ob sie jetzt aufbrechen und heimkehren, oder den Krieg noch weiter ins Feindesland hineintragen wollen. Sie zögern (wie oben) ihre Meinung zu sagen. Endlich sprechen sie ihren Wunsch aus, dass er sie jetzt in ihr Land zurückführen solle. Aber der König sagte: »Die Thiere, wenn sie im Feld gewesen sein, kehren heim. Ich aber sage: wir wollen das Land[3] 'Adal durchziehen, die noch übrigen Ungläubigen niedermachen und dann auf einem andern Weg in unser Land zurückkehren.« Da sprachen die Offiziere: »Wie du gesagt hast, so sei es.«

Demgemäss brach der König von dort auf und zog hinab nach dem Distrikt[4] Zîbâ[5] und lagerte dort. Tags darauf sandte er seine Truppen aus und sie verwüsteten den Distrikt Ta'arakâ,[5] tödteten seine Bewohner, nahmen Männer und Weiber gefangen, erbeuteten viel Vieh, und kamen fröhlich zum König zurück. Von da brach er auf am 19. Hamlê (13. Juli), welches der Qîrqôs-tag war, und zog hinab nach dem Distrikt Dabî,[5] lagerte dort, schickte am andern Tag seine Truppen aus nach rechts und links hin: sie richteten den Distrikt

[1] S. oben S. 1024, wo er Qâdhî betitelt war.

[2] እንዘ፡ ትነዝኂ፡ ሠሪዮ፡ ወትበሉበል፡ መሬተ፡ ወሐመደ፡: die Bedeutung des በለበለ፡, sonst bis jetzt nicht belegt, ist unsicher.

[3] Ich lese ብሔረ፡ statt ባሕረ፡

[4] ሀገረ፡ kann Stadt und Landschaft sein.

[5] S. oben S. 1025.

Zâsây[1] (sic) zu Grund, tödteten viele Menschen, unter denselben ihren Herrn, den ʿAbdalla, den sie wie einen Bischof hielten, und brachten viele Gefangene und Vieh als Beute zurück. Noch einmal schickte er Einfallschaaren (መሬዶ፡) aus, welche den Distrikt Abalgî überfielen, das Volk darin zu Grund richteten und viele Menschen und Vieh zum König heimbrachten. Dann brach er auf nach einer andern Landschaft (ብሔር፡) und lagerte bei der Stadt (ሀገር፡) Talag,[2] dem Herrschaftssitz (ሀገረ፡ መንግሥቱ፡) des Königs von ʿAdal, welcher die Könige und Oberhäupter und Landschaften der Muslim von einer Grenze zur andern zur gemeinschaftlichen Bekriegung des Königs von Äthiopien zusammengebracht hatte, aber ʿAmda-Sion besiegte und tödtete ihn mit seinem Volk und verheerte sein Land. Und seine drei Söhne und sein Bruder, welche aus der Niederlage entkommen waren, kamen zum König und sagten zu ihm: »Wir unterwerfen uns dir,[3] o König, wir unterwerfen uns dir«, zogen ihre Sandalen von ihren Füssen, nahmen eine Last auf ihren Kopf,[4] warfen sich vor dem König nieder und sagten: »Erbarme dich unser, o König, erbarme dich unser! Verheere nicht weiter die Reste des Landes, denn nur wenige Menschen sind noch übrig!« Der König antwortete: »Ihr und euer Vater habt übel gegen mich gehandelt, wie Niemand sonst handelt. Sonst fliehen die Besiegten, wenn man in ihr Land eindringt und suchen Bergung in den Wäldern und Bergen, und kämpfen, so lange sie können, oder aber sie unterwerfen sich und geben Tribut. Ihr aber habt beides nicht gethan (weder Flucht noch Unterwerfung), sondern seid angriffsweise gegen mich vorgegangen, da ich doch König über ganz Äthiopien bin. Aber Gott hat euern Hohn und Übermuth gesehen und euch in meine Hand gegeben, euch vergolten gemäss der Schlechtigkeit eurer Gesinnung. Euer Unrecht ist auf euer Haupt zurückgefallen, und Gott hat euern Rath zu Schande gemacht, denn Gott ist ein Gott der Demüthigen, nicht der Hochmüthigen. Wenn ihr früher mit eurem Vater zu mir gekommet wäret und euch unterworfen hättet, hätte ich euch mit Gold, Silber und prächtigen Kleidern ausgestattet, und wäre Freundschaft zwischen mir und euch gewesen.« Da sagten zu ihm die Söhne des ʿAdal-Königs: »Höre, König, höre! Über unser Land und uns ist Niemand Herr, als Gott allein, und Niemand hat Gewalt über

[1] S. oben S. 1025. [2] S. oben S. 1025.

[3] ገነይነ፡ ለከ፡

[4] ወተሰከሙ፡ ዲበ፡ ርእሶሙ፡, nämlich einen schweren Stein, zum Zeichen der Unterwerfung. So ist auch bei Basset p. 19 Z. 24 f. ገብኡ፡ ጸዊሮሙ፡ እብነ፡ nicht s'enfuirent à Ebna sondern ergaben sich, indem sie sich einen Stein aufluden zu verstehen.

uns. Da du zu uns kamst, glaubten wir, es gelte eine Hochzeitfeier, und erachteten euch nicht dafür, dass ihr Kriegsleute seid; ihr habt uns auch nicht so behandelt, als wäre irgend etwas von einem Mann an euch.[1] Vielmehr wir dachten: das Geld der Christen möge uns zu Statten kommen, da wir viel sind wie die Sterne des Himmels und der Sand des Meeres. Dich aber und deine Truppen haben wir unter unsere Hand gethan (als unter uns stehend betrachtet). Nicht dich allein fürchteten wir nicht, sondern wenn alle Könige der Erde von einem Ende derselben bis zum andern gekommen wären, hätten wir sie nicht gefürchtet, sondern sie bekriegt, denn Niemand kann vor uns im Kriege bestehen, ausser du allein. Und nun lass deinen Zorn, o König, und vertilge uns nicht ganz, denn wir werden Alles thun, was du befiehlst.« Der König antwortete: »Saget mir doch, wo findet man etwas der Art, dass Könige von den Völkern des ihrer Herrschaft unterworfenen Landes angegriffen werden? Vielmehr geben sie Geschenke und Tribut. Ihr aber und euer Vater seid gekommen, mich anzugreifen: aber Gott war mein Helfer, riss eure Mauern ein, zerstörte euer Bollwerk und vertilgte euch durch meine Hand. Und nun lasse ich euch nicht, bis ich euch ausgerottet habe, Grosse und Kleine und euer Vieh. Und euer Land lasse ich nicht, bis es wüste und öde liegt, mit Gottes Hülfe.« Als sie das hörten, antworteten sie: »Thue nicht also, o König. Wir wollen an die Könige und Oberhäupter, die noch übrig sind, schicken, dass sie zu dir kommen sollen, damit du mit ihnen thuest, wie du willst.« Der König sagte: »Wenn sie kommen wollen, mögen sie kommen; wo nicht, so werdet ihr sehen, was ich thun werde in der Kraft meines Gottes.« Sofort sandten sie an die Könige und Oberhäupter und liessen ihnen sagen: »Wohlan, unterwerfet euch dem König, ehe er euch mit euern Weibern, Kindern und eurem Vieh vernichtet!« Als der König (sic) des Landes die Botschaft dieser (Königs-) Söhne hörte, versammelte er die Völker seines Landes und sagte zu ihnen: »Höret nicht auf sie und gebt ihrem Rath keine Folge, sondern seid stark und fasset Muth, dass wir den König von Äthiopien tödten. Wenn die Christen uns tödten, werden wir Märtyrer, und wenn wir sie tödten, erlangen wir das Paradies.« So schlossen sie einen Bund und verschworen sich, Männer und Weiber, Alte und Junge, dass sie zusammen sterben und zusammen kämpfen[2] wollen. Und jener Rebelle, der Nächste[3] des früheren Königs, liess jenen Königssöhnen sagen: »Wir weisen eure

---

[1] ከመ፡ ዘሀሎ፡ ላዕሌክሙ፡ እስኪቢተ፡ ብእሲ፡ ንስቲት፡

[2] Ich setze ይጸብኡ፡ für das verschriebene ይልአኩ፡

[3] ካልኡ፡

Aufforderung zurück und werden nicht zum König kommen. Wenn er zu uns kommt, fürchten wir ihn nicht, sondern werden mit ihm den Kampf aufnehmen und in unserem Lande sterben.« Und sie meldeten das dem König ....[1] wie er profezeit und den König von Hagarâ,[2] der 99 Oberhäupter unter sich hat, übermüthig gemacht habe.

Als der König von der Vermessenheit jenes Rebellen hörte, brach er im Zorn auf, zog von dort weiter, gieng über den grossen Fluss Ekuâ, und lagerte sich bei einer Stadt, Namens Marmagûb. Am folgenden Tage brach er auf, sandte seine Truppen nach rechts hin und nach links hin, mit der Weisung, den Rebellen ja nicht entschlüpfen zu lassen; er selbst aber zog den mittleren Weg mit wenigen Truppen. Und er traf auf jenen Übermüthigen, wie er sich eben zum Krieg rüstete, mit Männern und Weibern, Alten und Jungen, gemäss dem Bund, den er geschlossen. Es kam zum Kampf und war ein grosses Blutbad an jenem Tag. Das Volk der Ungläubigen wehrte sich tüchtig: Einige schossen Pfeile, Andere deckten sie mit Schilden; die Weiber schlugen auf die Männer mit Knitteln, warfen Steine und kämpften wie starke Jünglinge. Da der Kampf heftig wurde, machte sich der König selbst auf, stürzte drauf los wie ein Leopard (ነምር፡), brüllte wie ein Löwe, spannte seinen Bogen, schoss auf den König des Landes und traf ihn mitten in den Hals, dass der Pfeil ganz durchdrang und jener Übermüthige rückwärts fiel und den Rücken brach.[3] Sofort wankten die Ungläubigen und flohen, er aber umringte sie mit seinen Truppen und rieb sie dort auf; die Geflohenen verfolgte er zu Pferd, machte sie nieder und liess nicht mehr als drei Seelen übrig. Dann wandte er um und suchte seine zwei Offiziere, Namens Yeshal[4] und Enza Aygabâ.[5] Als er sie nicht fand, wurde er sehr traurig, denn er glaubte, sie seien gefallen, zog aber weiter. Unterwegs traf er einen Mann, den er fragte, ob er seine beiden Offiziere gesehen habe, denn in seiner Besorgniss hielt er ihn für einen von seinen eigenen Leuten. Als er aber merkte, dass er zu dem fremden Volk gehöre, brachte er ihn um, zog weiter, fand seine beiden Freunde, und freute sich zunächst. Da er jedoch ihre Wunden am Kopf, die sie von den Ungläubigen erhalten, sah, wurde er sehr bekümmert, denn er liebte sie mehr als alle Andern, und liess sie auf seinen eigenen Maulesel laden, befahl auch über ihre Köpfe die Schirme zu halten, damit die Gluth der Sonnenstrahlen sie nicht treffe: denn in jenem Land ist es Sommer, wann es bei uns Winter ist, und ist dasselbe etwa 40 Tage fern (von uns). Und der König kam heim vom Kampf, ins Lager zurück, und dankte Christus, der ihnen Kraft und Sieg gegeben.

[1] Hier müssen noch einige Worte fehlen.

[2] s. oben S. 1024 u. 1025. [3] ተሀቀጸ፡ በዘባኑ፡ [4] s. oben S. 1027. [5] s. oben S. 1016.

Tags darauf brach er auf, zog weiter, kam zum Distrikt Sâsôgî[1], und feierte dort das Fest Johannes des Täufers, welches bei den Christen der erste Tag des Kalenders und Anfang des Jahrescyclus ist[2]. Er gab Befehl, die Moscheen zu zerstören und die Stadt niederzubrennen. Sie führten das aus, vernichteten auch das Getreide des Landes, und tödteten die Menschen und die Thiere.

Dann brach er auf am 11. Naḥasê (4. August), gieng über den grossen Fluss Zôrʿât[3], kam nach dem District ʿArâtê und lagerte sich dort. Die Leute aber jenes Landes sind böse: sie schneiden mit ihren Zähnen, wie mit einem scharfen Messer, den lebendigen Menschen die Ohren ab, verstümmeln die Männer um die Schamtheile; selbst die Leichen lassen sie nicht in den Gräbern, sondern graben sie aus, und nehmen ihnen das Schamglied und die Ohren ab: sie sind wilder als alle anderen Menschen. Etliche seiner Soldaten, denen sie die Ohren und Schamtheile abgeschnitten, kamen und stellten sich vor den König. Als der König sie in ihren Schmerzen sah, wurde er sehr betrübt, und fragte, wo die Feinde sie getroffen haben. Einige sagten: beim Wasserschöpfen: andere: beim Holzholen: andere: beim Fouragieren; andere: beim Jagen. Als der König das hörte, dachte er bei sich, was er machen soll; er rief seine Heeresobersten und sagte zu ihnen: »Morgen in der Frühe lasse ich das Signal blasen und ziehe aus. Ihr aber bleibet im Versteck, rechts und links vom Lager, so dass euch die Ungläubigen nicht sehen«. Sie sagten's zu. Morgens brach der König auf, liess das Zeichen blasen, und zog fort; seine Truppen aber machten sich dem Befehl gemäss auf. Als der König fortgezogen war, kamen die Ungläubigen. Da brachen die Truppen des Königs aus ihren Verstecken hervor, umzingelten sie und machten sie dort nieder. Dieselbe List wandte er auch am folgenden Tage an, mit demselben Erfolg.

Dann brach der König von da auf und zog nach einer Stadt (Distrikt), Namens Hagaryâ[4], hielt dort das Kreuzesfest[5] und blieb acht Tage dort. Er hiess seine Truppen eine grosse, hohe Verschanzung machen, hinter der sie sich verstecken konnten. Er selbst liess nun blasen, brach auf, zog seines Weges und liess seine Truppen in den Schanzen.

---

[1] S. oben S. 1025.

[2] Das wäre der 1. Maskaram (29. August). Aber das stimmt nicht zum folgenden Datum (11. Naḥasê), und ist entweder dieses Abschnittchen aus seiner ursprünglichen Stelle hinter dem nächsten versetzt, oder ist die Datirung auf den 1 Maskaram unrichtig.

[3] Auf den Karten zu Harris' und Krapf's Reisewerken ist Soret als Zufluss des Webbi verzeichnet.

[4] Vielleicht dieselbe wie Hagarâ, S. 1034.

[5] Das ist der 16. Maskaram (13. September).

Als er fortgezogen war, kamen die Ungläubigen, zahlreicher als früher, und füllten den ganzen Platz ausserhalb der Schanzen. Da brachen die königlichen Truppen aus dem Versteck heraus, richteten unter den Ungläubigen ein grosses Blutbad an, und brachten die Spolien heim, Schwerter, Bogen, Speere, viele Anzüge, männliche Schamglieder und Ohren, die sich in ihren Köchern vorfanden, und zeigten sie dem König. Dieser betrübte sich über die Verstümmelung der Seinigen, und freute sich über die Niedermachung dieser Ungläubigen.

Von da brach er auf, wandte um, zog einen Weg von 7 Tagemärschen, kam zu dem Distrikt Bequel-Zâr[1], und lagerte sich dort. Dort liess er den König der Muslim (d. h. der muslimischen Provinzen)[2] rufen und sagte zu ihm: »Gib mir die Christen, die Christus verleugnet haben in den Tagen deines Bruders und in deinen Tagen, seit ich dich eingesetzt habe. Im Weigerungsfall lasse ich dich in eiserne Fesseln legen, verwüste das ganze muslimische Land, tödte ihre junge Mannschaft, tödte ihre Weiber und Kinder, und dich selbst und deines Vaters Haus rotte ich aus und mache deinem Leben auf Erden ein Ende.« Als der König der Muslim das Königswort hörte, gerieth er in Furcht und Zittern, sandte nach allen muslimischen Provinzen, liess die Abtrünnigen (Renegaten), Priester, Diakonen und Soldaten des Königs, kommen und stellte sie vor den König. Dieser untersuchte und fragte sie: »Wie kommt's, dass ihr den Sohn Gottes verleugnet habt und seid zur Religion des Teufels übergegangen, und habt verlassen die Taufe, die ihr empfangen habt von dem heiligen Geist am Tage, da man euch mit dem Kreuzeszeichen versah und heiligte?« Sie vermochten nicht zu antworten. Da entflammte das Herz des Königs von Zorn; er befahl, sie mit 30 Peitschenhieben zu züchtigen, liess ihre Brust und Schultern mit dem Sklavenzeichen versehen[3], befahl Eisenringe an ihren Hals und ihre Hände zu legen, und liess sie mit Ketten fesseln, eifernd für die Religion Christi. Wiederum befahl er dem König der Muslim: »Gib mir die Christen, welche noch übrig sind«! Er antwortete, das leide der Sohn seines Bruders nicht. Als der König darüber zornig wurde, legte er (der Ungläubige) seinen Bruderssohn in Fesseln, nur zum Schein, bis ʿAmda-Sion aus seinem Lande fort wäre. Aber dieser erkannte, dass er mit betrüglicher List handle, und seine Arglist, seine frühere und seine spätere, wurde offenbar. Er liess ihm deshalb beide Hände mit eisernen Ketten fesseln, verwüstete sein Land, und gab sein Amt seinem Bruder Nasraddîn: ihn machte er zum König an seiner Statt.

[1] s. oben S. 1014. [2] Gemâladdîn wird gemeint sein.
[3] አጽሐፈ ፡ መጽሐፈ ፡ ግብርናት ፡

Von dort brach er auf, zog weiter, lagerte sich bei der Stadt (Distrikt) Wâz[1] und schickte seine Truppen aus: die verwüsteten (Stadt, Distrikt) Gêt, tödteten die Männer, führten die Weiber gefangen fort und machten viel Beute an Vieh. Dann brach er selbst auf, zog aus, liess aber seine Truppen im Versteck unterhalb eines Bergs. Als er fort war, kamen die Leute von Ḥarlâ[2] ins Lager; da richteten die Truppen des Königs ein grosses Blutbad unter ihnen an und liessen keinen übrig.

Dann brach er auf, zog einen Weg von fünf Tagemärschen und kam nach dem Distrikt Delhòyâ.[1] Denn der König war zornig auf jenes Land, weil sie einen von ihm dort eingesetzten Distriktsbeamten,[3] ebenso die Christen, Männer und Weiber, die der König mit jenem Beamten dort zurückgelassen, getödtet und sie sammt ihm mit Feuer verbrannt hatten. Deshalb verheerte und verwüstete der König jene Landschaft, brachte die Männer, die alten und die jungen, um, führte die Weiber und Kinder gefangen fort, und nahm ihr Vieh als Beute weg.

Von da zog er weiter und kam in drei Tagen nach dem Distrikt Dague,[4] lagerte daselbst und schickte seine Truppen aus, welche ihn verwüsteten und viele Gefangene und Beute machten. Wiederum sandte er Truppen aus, und sie vertilgten die Wargeḥ-Leute,[5] denn das waren sehr böse Leute, welche Gott nicht kennen und Menschen nicht fürchten, Viehhirten. Die Truppen des Königs hieben sie nieder, nahmen ihre Weiber gefangen, trieben ihr Vieh und ihre Schafe und Esel fort und brachten sie zum König.

Von da brach der König auf, zog einen Weg von vier Tagemärschen und kam in das Land Dawârò, von dem wir früher sprachen,[6] dessen Statthalter (መስፍን፡) Ḥaydarâ mit dem Rebellen Sabraddîn gemeinsame Sache gemacht hatte. Deshalb verheerte er jene Provinz von einer Grenze zur andern, tödtete die junge Mannschaft, führte die Weiber und Kinder gefangen fort, sowie zahllos viel Vieh als Beute, und richtete das Getreide des Landes zu Grund. Denn sie hatten sich gegen den König empört, nachdem er von ihnen fortgezogen war, und den Boten des Königs auf der Reise treuloser Weise die Güter des Königs und der Königin, viel Gold und feine Kleider, die zur Kleiderkammer des Königs gehörten, die er aus seiner Residenz hatte kommen lassen, abgenommen und die Boten getödtet. Deshalb zürnte der König auf sie. Dort feierte er das Weihnachtsfest.

---

[1] s. oben S. 1025. [2] s. oben S. 1024.

[3] መስፍን፡

[4] s. Degue S. 1025. In den Annalen des Baʾeda-Mâryâm (f. 27, a, β) wird in der Provinz Elâmâlê ein Distrikt Dague Deguemañ erwähnt.

[5] s. oben S. 1012. 1014. [6] s. oben S. 1018.

Dann zog er weiter und kam in drei Tagen nach dem Distrikt (ሀገር፡) Bahalà und feierte dort Epiphanien. Auch setzte er dort den Statthalter von Sàrkà,[1] Namens Josef, gefangen, weil er gemeinschaftlich mit den Leuten von Dawârô sich empört hatte, vergeblich freilich, da beider Rath vereitelt wurde. Der König sandte Truppen nach der Stadt des Rebellen, welche sein Land verwüsteten, Rinder, Schafe, Ziegen, Pferde, Maulesel und Esel in ungezählter Menge fortführten und zum König brachten.

Nachdem ʿAmda-Ṣion in der Kraft Gottes das alles verrichtet, kehrte er gekrönt mit Sieg und Ehre in sein Reichsland zurück, voll Dank gegen Gott u. s. w.

---

[1] Bei Maqr. p. 9 und 13 heisst diese Provinz شرخا, und ist eine der sieben Provinzen von Zeilaʿ, 3 Tage lang, 4 breit, muslimisch.

Ausgegeben am 13. November.

1884.
XLIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

---

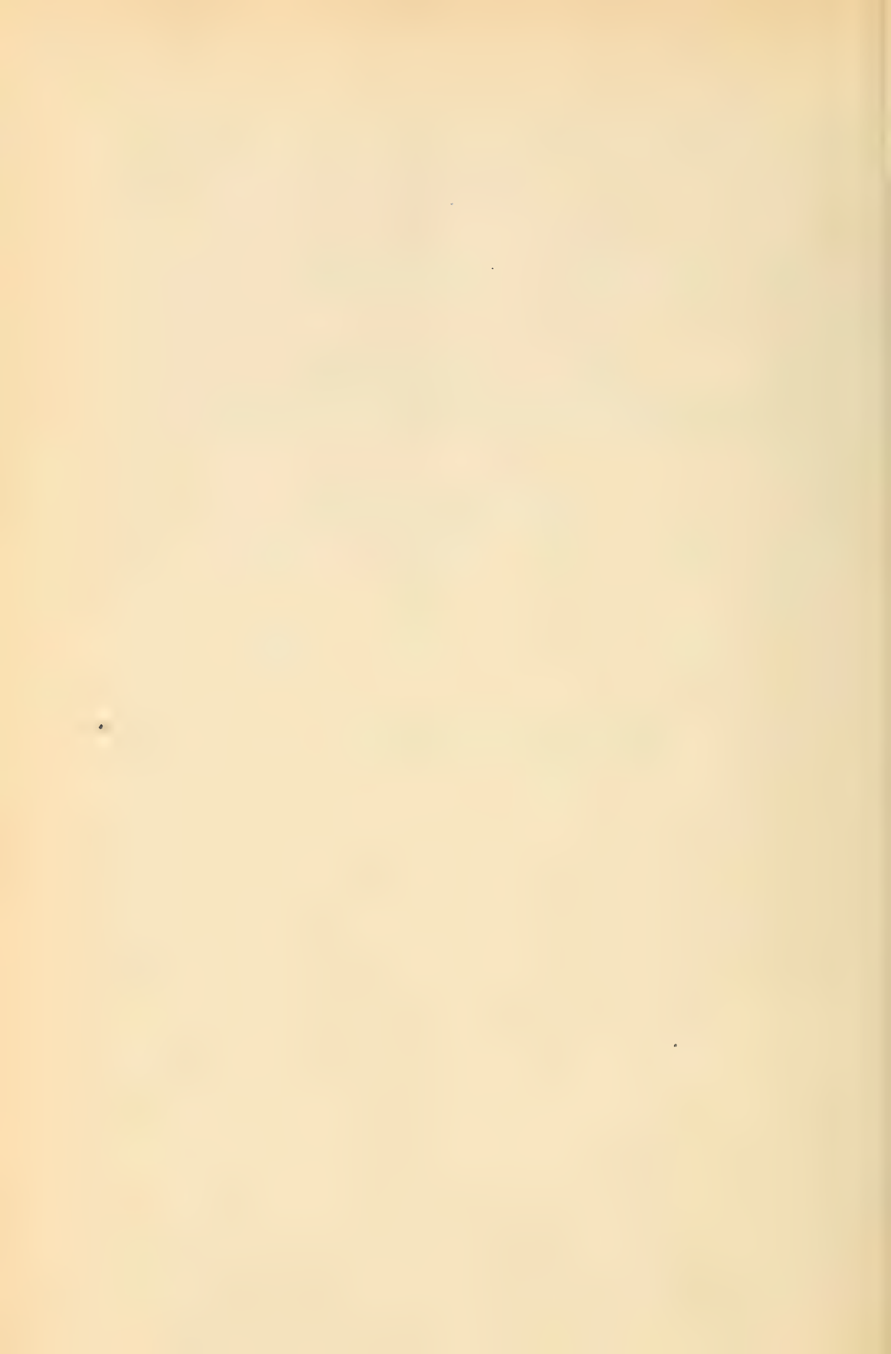
6. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

Hr. Hofmann las: Beiträge zur Kenntniss der Coniin-Gruppe. II. Die Mittheilung wird zusammen mit der vom 10. Januar in einem der nächsten Berichte erscheinen.

Ausgegeben am 13. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.
XLV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. November. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Auwers las über Bestimmung eines fundamentalen Meridians durch absolute Methoden.

2. Hr. Conze legte vor: Band II der Antiken Terracotten, im Auftrage des archäologischen Instituts des Deutschen Reichs herausgegeben von Reinhard Kekulé, enthaltend die Terracotten von Sicilien, bearbeitet vom Herausgeber, mit LXI Tafeln in Radirungen von Ludwig Otto (Berlin und Stuttgart, Verlag von W. Spemann, 1884).

Ausgegeben am 27. November.



1884.
XLVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

20. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Schwendener las eine Abhandlung: Zur Lehre von der Festigkeit der Gewächse.

2. Hr. Kronecker las über: Die Periodensysteme von Functionen reeller Variabeln.

3. Hr. Hofmann machte in seinem und des Hrn. Alfred Behrmann's Namen eine Mittheilung über Verwandlung der Citronensäure in Pyridinverbindungen.

Alle drei Mittheilungen folgen hier.



Zur Lehre von der Festigkeit der Gewächse.

Erwiderung von S. Schwendener.

Im dritten Bande der »Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg« veröffentlicht E. Detlefsen einen längeren Aufsatz »über die Biegungselasticität von Pflanzentheilen«, welcher im Wesentlichen darauf abzielt, die in meiner Schrift über »das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen« enthaltenen Darlegungen als im Ganzen principiell unhaltbar und in den Einzelheiten fehlerhaft hinzustellen. Dies veranlasst mich, die einschlägigen Fragen hier nochmals zur Sprache zu bringen und die etwas ungestümen Angriffe meines Opponenten kritisch zu beleuchten.

1. Terminologisches.

Detlefsen wendet sich zunächst gegen die von mir und meinen Schülern angewandte Bezeichnungsweise, die seiner Meinung nach aus dem Umstande zu erklären ist, dass wir Elasticität und Festigkeit nicht klar unterschieden haben. Hierauf habe ich nur Weniges zu erwidern.

Es ist ganz richtig, dass der Ausdruck Festigkeit in der technischen Literatur gewöhnlich im Sinne von Widerstand gegen den Bruch gebraucht wird. In diesem nämlichen Sinne findet man bei einigen Autoren, so z. B. bei Weisbach und Grashof[1], auch die Worte Biegungsfestigkeit, Zugfestigkeit u. s. w. angewendet. Diese letztere Bezeichnungsweise ist aber keineswegs eine allgemein anerkannte. So sind z. B. in Ritter's Lehrbuch der Ingenieur-Mechanik beide Ausdrücke vermieden; es ist hier bloss von Zug- und Biegungsspannungen, aber nicht von Biegungsfestigkeit und ebensowenig von Biegungselasticität die Rede. Laissle und Schübler[2] brauchen, um jede Zweideutigkeit auszuschliessen, öfter den Ausdruck Bruchfestigkeit und demgemäss auch für die Festigkeitsmodule des Zerreissens oder des Zerbrechens die Bezeichnung Bruchcoefficient der absoluten oder

[1] Theorie der Elasticität und Festigkeit. Berlin 1878.

[2] Der Bau der Brückenträger. Stuttgart 1869.

relativen Festigkeit. Ähnlich verfahren noch manche andere Autoren. Wertheim und Chevandier endlich, auf deren Messungen sich Detlefsen vorzugsweise beruft, bezeichnen die Widerstandsfähigkeit gegen Zug als »cohésion«. Eine übereinstimmende Terminologie, nach der man sich zu richten hätte, ist also nicht vorhanden.

Andererseits darf nicht übersehen werden, dass dem Worte »fest« im gewöhnlichen Sprachgebrauch eine ziemlich vielseitige Bedeutung zukommt. Man denke z. B. an handfest, sattelfest, kugelfest u. s. w. Eine Schutzwehr kann kugelfest sein, auch wenn sie dem Stosse der Kugeln elastisch nachgiebt, und sie ist es erst recht, wenn sie alle Proben, die man ihr auferlegt, ohne Bruch aushält.

Unter diesen Umständen halte ich es für durchaus zulässig, die Worte biegungsfest und zugfest, wie überhaupt alle ähnlichen Combinationen mit fest, in einem etwas andern Sinne zu gebrauchen, als dies in der technischen Literatur üblich ist. Ich bedurfte für meine Darstellung eine kurze Bezeichnung für solche Pflanzentheile, welche vermöge der peripherischen Lage der mechanisch wirksamen Zellen für die Inanspruchnahme auf Biegung möglichst zweckmässig gebaut sind, und ein ähnliches Bedürfniss machte sich auch für jene Organe geltend, welche nur gegen longitudinalen Zug noch den vollen Widerstand leisten, der bei gegebener Querschnittsgrösse des Stereoms möglich ist, während sie für die Beanspruchung durch biegende Kräfte ganz und gar nicht angepasst erscheinen. Die erstern Constructionsformen bezeichnete ich demgemäss als biegungsfeste, letztere als zugfeste, und in analoger Weise wurden auch die Ausdrücke druckfest und schubfest gelegentlich angewendet.

Dass diese Bezeichnungen unklar oder gar unverständlich sein sollen, vermag ich nicht einzusehen. Auch kann ich mit Befriedigung darauf hinweisen, dass man mich in weiten Kreisen verstanden und richtig verstanden hat. Übrigens streite ich nicht gerne um Worte, weil mir jede Polemik dieser Art ebenso unerquicklich als unfruchtbar erscheint. Es ist im Grunde ja mehr oder weniger Geschmackssache, ob man sich diese oder jene Abweichung von der Begriffsfassung oder Bezeichnungsweise anderer Autoren erlauben will oder nicht. In der Botanik sind wir nach dieser Richtung an ein ziemliches Maass von Freiheit gewöhnt. Eine ganze Reihe von Ausdrücken werden bald in einem weitern, bald in engerem oder auch in gänzlich verschiedenem Sinne gebraucht, so z. B. Assimilation, Nutation, Epinastie und Hyponastie, orthotrop u. s. w. Ausserdem mag hier an die Blattspirale erinnert werden, die doch eigentlich eine Schraubenlinie ist. Es gibt nur wenig botanische Abhandlungen von einigem Umfang, die nicht in irgend einer Beziehung ihre besondere Terminologie enthielten.

Welches soll nun aber nach DETLEFSEN die richtige Bezeichnung sein? Er sagt S. 152: »Den Widerstand, den ein fester Körper einer Biegung entgegensetzt, nennt man seine Steifheit« — und gebraucht sodann dieses Wort durchgehends in quantitativem Sinne, indem er z. B. von Körpern spricht, deren Steifheit »doppelt so gross« ist, als die eines Stabes von bestimmter Beschaffenheit. Hierzu habe ich in erster Linie zu bemerken, dass ich diese Bezeichnung in der technischen Literatur nirgends gefunden habe. Man spricht wohl von steifen Streben im Gegensatz zu nichtsteifen, ebenso von Absteifungen, Aussteifungen u. dergl., jedoch ohne damit ein bestimmtes Maass von Widerstandsfähigkeit anzugeben. Der Ausdruck »steif« hat also in der Technik bloss qualitative Bedeutung. Daneben ist noch von der Steifigkeit der Seile und Ketten und von ihrem Steifigkeitswiderstand die Rede; doch handelt es sich hierbei um Eigenschaften, bei denen die Elasticität keine Rolle spielt. Noch weniger können die steifen Winde des Seemannes als Parallele dienen. Dessenungeachtet habe ich gegen eine verständige Anwendung des Wortes »steif« im Sinne DETLEFSEN's nichts einzuwenden; ich habe dieses Wort ja selbst gelegentlich gebraucht (vergl. S. 101 und 102 meiner Abhandlung). Allein so oft es darauf ankommt, die Gegensätze in der Construction zu betonen, die ich a. a. O. gewöhnlich mit biegungsfest und zugfest bezeichne, halte ich mich heute noch mit Vorliebe an diese letztere Ausdrucksweise. Und so lange nicht zum Worte steif noch ein zweites hinzugefügt wird, welches mit meinem »zugfest« im Wesentlichen übereinstimmt, muss überhaupt die neue Terminologie als ungenügend bezeichnet werden. Einzelne Wendungen unseres Autors finde ich übrigens schon mit Rücksicht auf den Sprachgebrauch nicht empfehlenswerth. Von Körpern zu reden, die »bei grosser Biegungsfähigkeit sehr steif« sind (S. 169), halte ich z. B. unter allen Umständen für bedenklich.

Doch genug über Worte, nun zur Sache.

2. Methoden der Untersuchung.

DETLEFSEN äussert sich über die Methode, nach der ich die Elasticitätsconstanten der mechanischen Zellen annähernd zu bestimmen suchte und welche später auch TH. VON WEINZIERL[1] und H. AMBRONN[2] mit gutem Erfolge zur Anwendung brachten, in sehr abfälliger Weise. Für ihn sind alle unsere Messungen einfach unbrauchbar, »denn — so sagt er S. 149 — ich wage nicht zu behaupten, dass die gemessenen Abstands-

[1] Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. LXXVI, Abth. I. Heft 3. 1876.

[2] PRINGSHEIM's Jahrb. Bd. XII, S. 473. 1881.

änderungen immer den Dimensionen des Objectes entsprachen«. Nun, ich denke, in dieser Hinsicht könnte sich unser Herr Opponent beruhigen: mit geschlossenen Augen haben wir denn doch nicht beobachtet. Für den Sachverständigen kann es überdies nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass die nach dieser Methode ausgeführten Messungen vollkommen zuverlässig und bis auf circa $^1/_4{}^{mm}$ genau sind. Da nun diese Grösse schon bei Verlängerungen von 2 bis 4^{mm} innerhalb der Grenzen individueller Schwankungen liegt, so hat eine grössere Genauigkeit in der Bestimmung der Dimensionsänderungen für die von uns behandelten Fragen keinen Zweck.

Nur wenn es sich um ganz andere Aufgaben handelt, beispielsweise um die Bestimmung der etwaigen bleibenden Verlängerung mechanischer Zellen oder um den Einfluss des Wassergehaltes auf die specifische Ausdehnung u. dergl., dann ist allerdings eine möglichst grosse Genauigkeit erwünscht. Solche Aufgaben sind aber bis jetzt von Niemandem eingehend bearbeitet worden. Wer sie in Angriff nehmen will, wird gut thun, Objecte mit möglichst longitudinalem Faserverlauf zu wählen, nicht wie Detlefsen es gethan (S. 151), Rindenstreifen von Dicotylen (Cannabis), wo bekanntlich die Bastbündel zu beiden Seiten der Markstrahlen Bogen bilden, deren Krümmung in Folge der Belastung voraussichtlich eine kleine Veränderung erfährt. So geringfügig diese Fehlerquelle auch sein mag, so kann sie doch bei Messungen, die bis zu $^1/_{1000}$ der Gesammtlänge genau sein sollen, leicht ins Gewicht fallen.

Ebenso kommt es mit Bezug auf die Zweckmässigkeit einer längern oder kürzern Dauer der Belastung ganz auf die Ziele an, welche der Experimentator verfolgt. Für meine Untersuchungen war die durch Luftströmungen bedingte stossweise Beanspruchung in der freien Natur das leitende Vorbild, und da hier bleibende Formveränderungen in der Regel nicht vorkommen, so war zum Mindesten für die Maximalbelastungen eine kurze Dauer vorgezeichnet. In den meisten Fällen beschränkte ich dieselbe auf die zum Messen nöthige Zeit, und ähnlich verfuhren auch Th. von Weinzierl und Ambronn. Diese Beschränkung halte ich schon bei Zugbelastungen für naturgemäss und bei Biegungen ganzer Organe sogar für nothwendig, weil sonst auf der Druckseite etwas Wasser aus den Zellen des Parenchyms herausgepresst und nach den Orten geringern Druckes verschoben wird; selbst passives Wachsthum ist keineswegs ausgeschlossen. Wird folglich die Belastung nach längerer Einwirkung plötzlich entfernt, so kann begreiflicher Weise die ursprüngliche Form nicht sofort wieder hergestellt werden; es tritt »elastische Nachwirkung« oder bleibende Formveränderung ein, allein die Frage, inwieweit auch die mechanischen Zellen hierbei in Betrach

kommen, bleibt unbeantwortet. Aus diesem Grunde lässt sich aus den von DETLEFSEN (S. 166) mitgetheilten Messungen trotz ihrer Genauigkeit keine bestimmte Folgerung ziehen.

Ich kann also nicht zugeben, dass die Methode, nach der unsere Messungen ausgeführt wurden, für die vorgesteckten Ziele ungenügend oder gar unbrauchbar sei. Noch weniger ist die vorwurfsvolle Bemerkung gerechtfertigt, welche an derselben Stelle (S. 149) gegen die neuere botanische Literatur gerichtet ist, weil man »die Versuche von SCHWENDENER, TH. VON WEINZIERL und AMBRONN sehr oft erwähnt« findet, während die Experimente von WERTHEIM und CHEVANDIER[1] unbeachtet bleiben. Wir hätten also wohl gar nicht nöthig gehabt, neue Messungen über die Elasticitätsverhältnisse der Skelet-Elemente anzustellen. Die betreffenden Constanten waren ja längst bestimmt und viel genauer, als dies nach unserer so abfällig beurtheilten Methode möglich war. »Versuche (so heisst es auf S. 147), die zur genauen Bestimmung dieser wichtigen Zahl (des Elasticitätsmoduls) dienen könnten, sind für Pflanzengewebe meines Wissens nur von WERTHEIM und CHEVANDIER gemacht worden.« Gegenüber solchen Auslassungen sei zunächst darauf hingewiesen, dass die specifische Dehnung innerhalb der Elasticitätsgrenze sich nach den genannten Autoren auf circa $^1/_{600}$ der Gesammtlänge berechnet,[2] während dieselbe beim Baste der Monocotylen, wie sich schon aus den ersten Versuchen, die ich hierüber anstellte, mit aller Bestimmtheit ergab, ein Vielfaches dieser Grösse beträgt. Ebenso stellte sich für das Tragvermögen der Cellulose ein erheblich höherer Werth heraus, als man nach den auf den äussern Querschnitt bezüglichen Angaben WERTHEIM's und anderer Autoren erwarten durfte. Es war also, wie ich glaube, wohl der Mühe werth, die directen Messungen auf eine grössere Anzahl von Objecten auszudehnen. Auch ist so viel ganz sicher, dass die auf diesem Wege erhaltenen Resultate für die Beurtheilung der mechanischen Leistungsfähigkeit des Bastes ungleich zuverlässiger sind, als alle nach DETLEFSEN durchgeführten Berechnungen auf Grund der WERTHEIM'schen Daten. Man denke doch nur an den anatomischen Bau eines beliebigen Laubholzes, an das gefäss- und parenchymreiche und darum mechanisch sehr schwache Frühjahrsholz, an die zahlreichen, für die Festigkeit wenig bedeutsamen Markstrahlen, die oft einen sehr erheblichen Theil des Querschnitts ausmachen, an den Stärkegehalt des Parenchyms, der doch nicht als Zellwand in Rechnung zu bringen ist, u. s. w., und

[1] WERTHEIM und CHEVANDIER, Untersuchungen über Elasticität. POGGEND. Ann. Ergänzungsband II. Übersetzt nach Comptes rendus, T. 23, p. 663 (1846).

[2] LAISSLE und SCHÜBLER (a. a. O. 3. Aufl. S. 11) nehmen für die bei Bauten zulässigen Spannungen nur eine Verlängerung oder Verkürzung von $^1/_{1000}$ an.

frage sich dann, ob Versuche, bei welchen der Holzkörper als homogene Substanz betrachtet wurde, eine geeignete Grundlage bilden, um hierauf die Bestimmung der Elasticitätsverhältnisse des Stereoms zu basiren. Das mag bei Coniferen wohl zulässig sein, aber viel weiter reicht die Brauchbarkeit der Methode nicht.[1] Oder sollte vielleicht Ambronn die Eigenschaften des Collenchyms auch auf diese Weise ermitteln?

3. Constructionsbedingungen für die Beanspruchung durch biegende Kräfte.

Ich komme jetzt zu den Fragen, welche die Anordnung der widerstandsfähigen Zellen im Querschnitt solcher Organe betreffen, deren Beanspruchung vorzugsweise durch biegende Kräfte stattfindet. Nach meiner Darstellung streben hier die sämmtlichen Elemente des mechanischen Systems, soweit sie nicht rein localen Zwecken dienen, nach der Peripherie, weil dadurch das Maass des Biegungsmomentes bei gleichem Materialaufwand gesteigert wird. Die bezeichneten Organe sind also mit Rücksicht auf biegende Kräfte möglichst rationell, nach meiner gewöhnlichen Bezeichnungsweise als biegungsfeste Träger gebaut. Diese Auffassung betrachtet nun Detlefsen als principiell unhaltbar, und er sucht seine Bedenken durch verschiedene Hinweise zu rechtfertigen. Zunächst wird der Zug- und Drucklinien gedacht, welche die durch Biegen bewirkten Maximal- und Minimalspannungen veranschaulichen.[2] Dann heisst es a. a. O. S. 180: »Nur dann ist ein Träger mit möglichst geringem Materialaufwande hergestellt, wenn die einzelnen Constructionstheile in der Richtung der eben erwähnten Maximal- und Minimalspannungen angeordnet sind. Da aber die Pflanzenorgane, die unter normalen Bedingungen grossen Biegungen unterworfen sind, als Träger nicht betrachtet werden dürfen, so kann es uns auch nicht Wunder nehmen, dass Schwendener in denselben eine Anordnung der Theile nach Richtung der genannten Curven mit Bestimmtheit nicht nachweisen konnte.«

Hierauf habe ich vor Allem zu bemerken, dass die erwähnten Zug- und Drucklinien doch nur für die Ebene, also beispielsweise für ein nach Art eines Brückenträgers construirtes Gitterwerk, aber nicht für den Raum zu so weit gehenden Schlussfolgerungen berechtigen. Denn sobald die von Detlefsen copirte Fig. 3 meiner Abhandlung

---

[1] Vergl. hierüber A. Zimmermann, Bot. Centralbl. Bd. XIX. Nr. 31 und 32. Auch verschiedene andere Punkte, zum Theil solche, die ich hier unberührt lasse, sind a. a. O. eingehend besprochen.

[2] S. Schwendener, das mechan. Princip, S. 30—39.

als Medianschnitt durch einen Rotationskörper gedacht wird, stellen die longitudinal verlaufenden Curventheile, wie leicht einzusehen, einen festen Hohlcylinder dar. Die dunklere Randschraffirung der Figur veranschaulicht alsdann gewissermaassen die nach der Oberfläche zu wachsende Festigkeit der Substanz; nur müssten die Linien, um der Wirklichkeit noch näher zu kommen, sich nach unten hin nicht bloss immer dichter zusammendrängen, sondern zugleich allmälig verstärken. Für eine solche Röhrenconstruction ist nun aber der weitmaschige innere Theil vollkommen überflüssig, weil jeder auf die Aussenfläche wirksame Druck oder Zug sich nach rechts und links durch die feste Wandung bis zur gegenüberliegenden Seite fortpflanzen kann und folglich eine directe Fortsetzung der zugehörigen Curve durch das hohle Innere nicht erheischt. Der von dem Hohlcylinder umschlossene Raum bleibt also leer; die Wandung allein genügt den mechanischen Anforderungen. Hiervon würde nun zwar das freie Ende unseres Curvensystems eine Ausnahme machen; allein dieser Theil — dem Scheitel der vegetabilischen Organe entsprechend — kommt für die in Rede stehenden Beziehungen nicht in Betracht.

Ganz dasselbe gilt natürlich auch von peripherischen Pfosten oder Rippen, die zwar keine continuirliche Röhre bilden, aber durch tangentiale Verbindungen zu einem hohlcylindrischen System gekoppelt sind. Hierbei ist ferner wohl zu beachten, dass solche Tangentialverbindungen mit Rücksicht auf die hier zu erörternde Inanspruchnahme nur geringen Anforderungen zu genügen haben, da ja die Kopfenden der Curven stets den relativ kleinsten Spannungen entsprechen.

Für cylindrische Organe ist damit der Einwand Detlefsen's vollständig entkräftet; es bedarf keiner weitern Erwägungen. Man könnte nun aber den nämlichen Einwand auch für blattartige Bildungen geltend machen, und zwar speciell für solche, welche nach Art der Balanciers oder der Brückenträger vorwiegend durch lothrechte Kräfte in Anspruch genommen sind. Hier ist indessen ein anderer Umstand maassgebend, dem für die oberirdischen Organe überhaupt und speciell für die Blätter eine hervorragende Bedeutung zukommt; es ist das intercalare Wachsthum. Dieses ist mit jeder Anordnung der Gewebetheile nach regelrecht verlaufenden Zug- und Drucklinien nur unter Bedingungen vereinbar, die in der Pflanze nicht verwirklicht sind.

Denken wir uns irgend ein jugendliches Organ, dessen Zellwände oder Gewebelamellen dem fraglichen Curvensystem augenblicklich genau entsprechen, so leuchtet ein, dass jede nachträgliche Streckung nothwendig eine Verzerrung desselben herbeiführen muss, sofern nicht gleichzeitig für eine fortwährende Resorption einzelner Gewebselemente und für Neubildung anderer an günstiger Stelle Sorge getragen ist.

Ein solcher Vorgang findet im Gebälke der Knochen thatsächlich statt und ist von Julius Wolff noch neuerdings eingehend dargelegt worden.[1] In vegetabilischen Geweben dagegen kommen höchstens nachträgliche Membranverstärkungen an statisch gefährdeten Stellen, z. B. Bildung von Hornparenchym in den Lücken eines gesprengten Bastringes u. dergl. vor; aber eine fortwährende Umgestaltung und Neubildung von Geweben nach Maassgabe der jeweiligen Zug- und Druckspannungen ist nirgends beobachtet. Wäre sie möglich, so würde es z. B. für die Dicotylen mit Dickenwachsthum rationell sein, die inneren Jahrringe des Stammes durch einen in centrifugaler Richtung fortschreitenden Lösungsprocess in Glycose zu verwandeln und diese zum Aufbau neuer Jahrringe zu verwerthen. Ebenso würde im Verlaufe der äussern Dimensionsänderungen noch manche andere Transformation der inneren Architektur erwünscht sein, wenn sie nur ausführbar wäre. Allein die Pflanze steht hier vor unüberwindlichen Schranken, welche die strenge Einhaltung vorgezeichneter Curvensysteme von vorn herein ausschliessen.

Man darf sich übrigens nicht einbilden, dass dieser Verzicht für die Pflanze mit grossen Nachtheilen verbunden oder gar mit der Eigenschaft eines biegungsfesten Trägers unvereinbar sei, wie Detlefsen nach der oben citirten Bemerkung (S. 180) anzunehmen scheint. Schon ein Blick auf die grössern schmiedeeisernen Brückenträger, die doch mit möglichster Materialersparniss, aber nirgends nach dem Vorbilde der fraglichen Curvensysteme construirt sind, lehrt zur Genüge, dass von erheblichen Opfern hier gar nicht die Rede sein kann, sonst würde die Technik sie irgendwie vermieden haben. Das Charakteristische eines Trägers, wie er Detlefsen vorschwebt, liegt überhaupt nicht im geringen Materialaufwand, den seine Herstellung erfordert, sondern im Fehlen der Schubspannungen. In der Praxis braucht man jedoch die letztern keineswegs ganz auszuschliessen; es genügt vollständig, dass sie keinen nennenswerthen Mehraufwand erheischen.

Die Schlussfolgerung Detlefsen's, dass die Pflanzenorgane keine Träger seien, weil sie die verlangten Zug- und Drucklinien nicht zur Anschauung bringen, ist hiernach ganz ebenso unmotivirt, wie wenn sie gegen die besten einschlägigen Constructionen der neueren Technik, gegen Krahne, Gitterbrücken, eiserne Bogenträger der Eisenbahnhallen u. s. w. gerichtet wäre.

Auch der Hinweis auf das nahezu constante Vorhandensein einer Rindenschicht (S. 173), die doch der Festigkeit nachtheilig sei, und auf den eigenthümlichen Bau einzelner Palmenstämme und Palmen-

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Jahrg. 1884, S. 475.

blätter (S. 172) verdient kaum eine ernste Berücksichtigung. Wie es kommt, dass das grüne assimilirende Parenchym (nebst dem zugehörigen farblosen Ableitungsgewebe) die mechanischen Elemente häufig etwas zurückdrängt, habe ich bereits früher dargelegt und bedarf hier keiner Wiederholung. Es kann also höchstens die chlorophyllfreie Rinde und auch diese nur insoweit, als sie noch lebensfrisch ist und nicht bloss als schützende Hülle fungirt, für die vorliegende Frage in Betracht kommen. Und selbst da sind diejenigen Fälle, wo die Rinde die einzig mögliche Längsverbindung isolirter Parenchymlamellen darstellt (wie z. B. für die Markstrahlen der Coniferen) oder wo sie bloss die absolut unentbehrliche wachsthumsfähige Hülle des Verdickungsringes bildet, ohne Weiteres verständlich. Oder sollte etwa das Cambium unmittelbar an die Oberfläche verlegt werden? — In andern Fällen, wo ein Verdickungsring nicht vorhanden ist, bietet die nahe liegende Annahme, dass das nach aussen gewendete Leptom der Gefässbündel in ernährungsphysiologischer Hinsicht vom Rindenparenchym abhängig sei, zum Mindesten eine theilweise Erklärung. Warum aber jene Bündel ihr Leptom auf der Aussenseite und ihr Hadrom auf der Innenseite entwickeln, statt umgekehrt, das habe ich hier nicht zu erörtern. — Wenn es endlich einzelne Vorkommnisse gibt, die sich einstweilen jeder Erklärung entziehen, so folgt daraus noch lange nicht, dass die von mir aufgestellten, sonst so klar hervortretenden mechanischen Principien keine Geltung haben: solche Vorkommnisse beweisen bloss, dass unsere Kenntniss der Stoffmetamorphosen und der durch sie beeinflussten Gestaltungsvorgänge noch lückenhaft ist. Wir können somit die Frage, ob denn auch hier anzunehmen sei, »irgend eine bis jetzt noch unbekannt gebliebene Function der farblosen Zellen erheische deren peripherische Lagerung«, ohne Bedenken mit Ja beantworten.

Was sodann den angeblich unvortheilhaften Bau der Palmenstämme betrifft, so ist mir keine Thatsache bekannt, auf welche diese Bezeichnung sich stützen könnte. Man kann höchstens sagen, dass viele Palmen auch an den markständigen Gefässbündeln zum Schutze des Leptoms verhältnissmässig starke Localbelege entwickeln, wobei voraussichtlich ähnliche Beziehungen obwalten, wie bei der Verstärkung der Schutzscheiden. Aber gegenüber den gewaltigen Bastmassen, welche im peripherischen Theil des Holzkörpers zusammengedrängt sind, verschwinden diese Leptombelege, und ebenso kann von einer nennenswerthen Steigerung der Widerstandsfähigkeit durch die weichere Rinde und die sie durchziehenden Baststränge, auf welche DETLEFSEN hinweist, im Ernste doch gar nicht die Rede sein.[1]

[1] Dass die Widerstandsfähigkeit des Rindenparenchyms gegen Zug eine sehr geringe ist und deshalb vernachlässigt werden darf, kann nicht bestritten werden.

Mit etwas grösserer Berechtigung kann von den Blättern einiger Palmen gesagt werden, dass sie für die Inanspruchnahme auf Biegung irrationell construirt seien. Voraussichtlich gehören dahin aber nur diejenigen Formen, die sich schon äusserlich durch grössere Zartheit oder Schlaffheit und anatomisch durch isolirte innere Baststränge auszeichnen. Blätter mit ausschliesslich peripherischen Bastrippen dagegen sind im Allgemeinen als biegungsfeste Constructionen zu deuten, weil die Bastsicheln der Gefässbündel bis zu einer Mächtigkeit von zwei bis drei oder selbst vier Zellen zweifellos nur als Localbelege des Leptoms gelten können. Dass solche Belege nebenbei auch mehr oder weniger zur Festigkeit des ganzen Organs beitragen und folglich als »innere Träger« fungiren, versteht sich von selbst; allein ihre örtliche Beziehung zum Leptom ist einzig und allein durch das Schutzbedürfniss des letztern bedingt.

Welche Mächtigkeit dergleichen Belege erreichen können, wenn sie in erster Linie wirklich bloss local-mechanischen Zwecken dienen, lässt sich nur auf vergleichend-anatomischem Wege und nur für bestimmte Gewächse annähernd ermitteln. Es ist sicher, dass Arten derselben Gattung sich hierin verschieden verhalten. Bei den einen genügen schwache Belege aus ein bis zwei Zellschichten, während sie bei andern — vielleicht in Folge von klimatischen und Standortsverschiedenheiten — die doppelte Stärke erreichen. Als Maassstab für die maximale Mächtigkeit in Fällen, wo die local-mechanische Bedeutung des Bastes keinem Zweifel unterliegt, seien hier bloss die Leptombelege bei *Tilia* und in andern bastreichen Rinden vieljähriger dicotyler Baumstämme, namentlich auch bei Schling- und Kletterpflanzen (*Bignonia, Vitis* u. s. w.) erwähnt. Von Erhöhung der Gesammtfestigkeit durch die rindenständigen Bastbündel kann in diesen Fällen um so weniger die Rede sein, je dicker und widerstandsfähiger der zu betrachtende Stamm.

Die Gruppirung der Palmenblätter in rationell und irrationell gebaute — nämlich mit Rücksicht auf biegende Kräfte — ist demnach nicht so leicht durchführbar, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte. Es bedarf hierzu viel ausgedehnterer Untersuchungen, als sie bis jetzt angestellt sind und es wird dabei auch die so häufig vorkommende Faltung der Spreitentheile mit zu berücksichtigen sein.

Was sodann die in der Rinde zerstreuten Bastbündel anbelangt, so ist ja das Maass ihres Biegungsmomentes durch die Querschnittsgrösse, multiplicirt mit dem Quadrat ihres Abstandes von der Neutralen, ziffermässig bestimmt. Dieses Product beträgt beispielsweise in zwei speciellen Fällen, die ich nach den Abbildungen Mohl's berechnet habe, noch nicht 2 Procent des entsprechenden Maasses für die grossen peripherischen Bastbelege. Das entspricht ungefähr dem Aufwand für das Geländer einer grössern Eisenbahnbrücke, verglichen mit demjenigen für die Gurtungen. Detlefsen könnte also mit gleichem Recht behaupten, dass ein solches Geländer »zur Erhöhung der Steifheit nicht unwesentlich beitragen muss«.

4. Bedeutung der Mestombelege.

Detlefsen stellt sich nun freilich in den vorstehend berührten Fragen auf einen ganz andern Standpunkt, den wir hier noch speziell zu erörtern haben; er verneint rundweg die local-mechanische Bedeutung der Leptombelege. Seine eigene Ansicht ist auf S. 173 in folgenden Worten ausgesprochen: »Sollen also Stränge aus Sklerenchym dazu dienen, schädliche Ausdehnungen des Cambiforms der Fibrovasalstränge zu verhüten, so müssen beide sich nicht aufsuchen, sondern im Gegentheil fliehen; der Bast muss an der Peripherie, die Fibrovasalstränge müssen möglichst nahe dem Centrum des Organs liegen. — Dass die Sklerenchymmassen so ganz gewöhnlich in unmittelbarer Nähe der Fibrovasalstränge vorkommen, scheint vielmehr einen ganz andern Grund zu haben. Wenn eine Zellwand ein so bedeutendes und rasches Dickenwachsthum besitzt, bedarf sie natürlich reichlicher Zufuhr von Nahrungstoffen; diese findet sie am reichlichsten in unmittelbarer Nähe der Gewebe, in denen diese Stoffe transportirt werden.«

Diese letztere Auffassung zeigt wieder einmal recht deutlich, auf welche Irrwege man gelangen kann, wenn man ohne Rücksichtnahme auf die vergleichende Anatomie Conjecturalphysiologie treibt. Wir wissen doch, dass das Leptom vorzugsweise eiweissartige Stoffe führt, welche bei der Verdickung der Bastzellen sich nicht direct betheiligen. Wie kommt es nun, dass trotzdem so viele Mestombündel, die in einem homogenen Markparenchym zerstreut sind, gerade auf der Aussenseite des Leptoms die in Rede stehenden Belege entwickeln? Und sollen vielleicht auch die peripherischen Bastgurtungen, welche bei den Cyperaceen, Juncaceen etc. die biegungsfeste Architektur der Stengel- und Blattorgane bilden, nach Lage und Stärke durch zufällig vorhandene Vorräthe von Nährstoffen bedingt sein? Solche Vorstellungen sind doch wohl zu absonderlich, als dass es nöthig wäre, länger dabei zu verweilen.

Was sodann die Ansicht betrifft, dass sich Bast und Leptom eigentlich fliehen müssten, statt sich gegenseitig aufzusuchen, so kann es nicht Aufgabe der inductiven Forschung sein, der Natur vorzuschreiben, wie sie es machen sollte. Wir müssen die Dinge nehmen wie sie sind, und so ist denn auch an der Thatsache, dass »überhaupt, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine gewisse Anziehung zwischen Mestom und Bast«[1] besteht, nichts abzumarkten. Ich habe hierfür schon an der angegebenen Stelle genügende Belege vorgebracht und könnte heute noch manches weitere Beispiel hinzufügen; doch halte ich das für

[1] Mechan. Princip, S. 135.

überflüssig, denn die anatomische Thatsache steht auch ohnedem fest. Dagegen betrachte ich selbst die Frage nach der physiologischen Bedeutung solcher Belege keineswegs als endgültig erledigt. Ich habe neuerdings in meiner Abhandlung über die Schutzscheiden[1] auf Verstärkungen derselben hingewiesen, welche zu den Bastbelegen der Gefässbündel in Stengeln und Blättern eine beachtenswerthe mechanische Parallele bilden, und gleichzeitig auch die Beziehungen aufgedeckt, welche zwischen dem Auftreten und der Mächtigkeit jener Verstärkungen auf der einen und den mit klimatischen und Standortsverhältnissen zusammenhängenden Turgescenzänderungen auf der andern Seite bestehen. Die Vermuthung liegt nun nahe, dass ähnliche Beziehungen auch für die genannten Mestombelege maassgebend sein möchten; es muss jedoch weitern Untersuchungen vorbehalten bleiben, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Vermuthung darzulegen und vielleicht auch ganz neue Gesichtspunkte zur Geltung zu bringen. Darüber jedoch, dass die fraglichen Belege in irgend einer Weise zum Schutze des Mestoms dienen, also eine local-mechanische Rolle spielen, kann aus vergleichend-anatomischen Gründen meines Erachtens heute schon kein Zweifel mehr obwalten. Diese Annahme schliesst natürlich keineswegs aus, dass die Localbelege unter Umständen auch die Gesammtfestigkeit merklich vergrössern. Sobald jedoch ihre Querschnittssummen gegenüber den Constructionstheilen des biegungsfesten Skelets verschwindend klein geworden, wie z. B. bei den alten Stämmen der Laub- und Nadelhölzer, tritt ihr eigentlicher und jetzt auch einziger Zweck klar hervor.

Noch schwieriger ist die Deutung der isolirten markständigen Bastbündel. Dieselben kommen jedoch, im Ganzen genommen, so selten vor, dass es einstweilen gerathen erscheint, unser Augenmerk auf näher liegende Dinge zu richten. Dass sie bloss den Nährstoffen nachgehen und also gewissermaassen ein parasitisches Dasein führen sollen, wird wohl auch hier wenig Anklang finden.

5. Biegungsfest oder biegungsfähig?

Treten wir jetzt einer weitern positiven Aufstellung Detlefsen's näher, welche ebenfalls in den wichtigsten Punkten mit meiner Darlegung in diametralem Widerspruch steht. Er sagt a. a. O. S. 169: »Es bedarf nur geringen Nachdenkens, um zu erkennen, dass die mechanische Leistungsfähigkeit elastischer Pflanzentheile weit häufiger darin besteht, dass sie bei mehr oder minder bedeutender Steifheit fähig

[1] Abhandlungen der K. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Jahrgang 1882.

sind, bedeutende Biegungen ohne Schaden zu ertragen, als dass sie durch die Beschaffenheit und Anordnung des Materials, aus dem sie bestehen, solche Biegungen von vorn herein unmöglich machen.« Der Gegensatz zwischen unsern Auffassungen ist nun zwar mit diesen Worten keineswegs ganz richtig bezeichnet, denn es ist ja nicht davon die Rede, Biegungen unmöglich zu machen. Aus den nun folgenden Erörterungen Detlefsen's geht aber doch klar hervor, dass er auch für oberirdische Organe (Stengel, Blüthenschäfte etc.) die Herstellung einer bedeutenden Biegungsfähigkeit geradezu als Zweck der Construction betrachtet. Darum soll es eben ganz unzulässig sein, den Bau eines Pflanzenstengels mit einer schmiedeeisernen Brückenconstruction zu vergleichen. Denn, so argumentirt unser Autor weiter, wären die Constructionsprincipien die nämlichen, so müssten die Bastgurtungen, da sie im Vergleich mit Eisen die zehnfache Dehnbarkeit besitzen, auch einen zehnmal so grossen Abstand von der neutralen Faserschicht erhalten; die pflanzlichen Träger würden sich folglich mit einem viel geringeren Materialaufwand herstellen lassen, als eine dasselbe leistende Construction aus Schmiedeeisen (a. a. O. S. 171).

Diese Schlussfolgerung ist nun aber gänzlich unhaltbar. Denken wir uns z. B. den hohlen Cylinder als gegebenes System, so ist einleuchtend, dass derselbe bei zehnfachem Durchmesser auch ungefähr die zehnfache Wanddicke besitzen muss, um gegen Einknicken geschützt zu sein. Die Querschnittsfläche und mit ihr der Materialaufwand steigt daher auf das Hundertfache. Andererseits steht fest, dass das richtige Verhältniss zwischen Wanddicke und Röhrendurchmesser für jede Construction von der Dehnbarkeit des Materials abhängig ist. Eine Röhre aus Bast erfordert eine relativ dickere Wand, als eine solche aus Schmiedeeisen, und darum kann von einer Reduction der Querschnittsfläche, wenn statt Eisen Bast zu ihrer Herstellung verwendet wird, selbstverständlich nicht die Rede sein. Nach dieser Seite basiren also die Erörterungen Detlefsen's auf entschieden unrichtigen Vorstellungen.

Andererseits kann aber auch der Hinweis auf die Thatsache, dass die vegetabilischen Organe ungleich stärkere Biegungen zeigen, als eine eiserne Brücke, nicht als Beleg dafür dienen, dass die Biegungsfähigkeit bei jenen der eigentliche Zweck der Construction sei. Denn wäre eine solche Logik zwingend, so müsste der Vergleich eiserner Brücken mit steinernen zu dem analogen Ergebniss führen, dass die grössere Durchbiegung der erstern das vom Ingenieur erstrebte Ziel sei. Ich kann mich unter solchen Umständen darauf beschränken, die Worte Detlefsen's: »Man beachte nur ein im Winde bewegtes

Kornfeld oder einen Scirpushalm: wo ist da die Ähnlichkeit mit einem Krahn oder einer Gitterbrücke?« dem Leser zur Erwägung anheimzugeben.

Es ist ferner ebensowenig erwiesen, dass die in Wirklichkeit sich vollziehenden Biegungen der vegetabilischen Organe für das Leben derselben unbedingt nothwendig oder auch nur förderlich sind. Wir sehen im Gegentheil, dass die Pflanzen unserer Gewächshäuser bei richtiger Pflege auch ohne solche Biegungen vortrefflich gedeihen.

Für die Beantwortung der Frage, ob ein Organ nach meiner Bezeichnung biegungsfest oder aber möglichst biegungsfähig construirt sei, können hiernach nur die Sätze der Mechanik eine sichere Grundlage bieten. Diesen Sätzen zufolge wird die Biegungsfähigkeit gesteigert 1. bei gegebener Anordnung durch grössere Dehnbarkeit des Materials und 2. bei gegebenem Material durch Verlegung desselben in die neutrale Axe und deren unmittelbare Nähe. Warum nun die Pflanze für das mechanische System keine metallähnliche Substanz, sondern eine Celluloseart verwendet, scheint mir eine ziemlich müssige Frage zu sein. Unter den Producten des Thier- und Pflanzenreiches ist diese Bastcellulose immerhin eine der besten Substanzen, die es gibt, und auch eine der am wenigsten dehnbaren.[1] Sie findet sich in den dicksten Stämmen und Wurzeln der Dicotylen, wo es doch auf Biegungsfähigkeit nicht abgesehen sein kann, als jährliche Neubildung, ebenso bei Kletterpflanzen mit Dickenwachsthum, auch wenn sie unbeweglich am Felsen haften, in Dornen, Früchten u. s. w., wo Krümmungen absolut ausgeschlossen sind. Es scheint hiernach, dass die Pflanze ein wesentlich abweichendes Material nicht zu erzeugen vermag, es sei denn durch Verkieselungen und andere Incrustationen, die aber in grossem Maassstab nirgends durchgeführt sind.

Betrachten wir also das Material als gegeben. Dann erhellt aus dem vorhin Gesagten, dass Organe mit peripherischer Lagerung der mechanischen Zellen nie und nimmer als Constructionen von hoher Biegungsfähigkeit bezeichnet werden können. Diese letztere Eigenschaft ist hier im Gegentheil auf das geringste Maass reducirt, das überhaupt bei einem bestimmten Materialaufwand erreichbar ist.

Auch die in meiner Abhandlung (S. 65) kurz besprochene Eigenthümlichkeit der Bambusen, bei welchen bekanntlich die grossen innenseitigen Bastbelege durch Parenchymlamellen vom Mestom getrennt sind, sucht Detlefsen ohne genügenden Grund als eine Einrichtung

[1] Über die Dehnbarkeit der Hornsubstanz und des Chitins sind mir nähere Angaben nicht bekannt; doch ist zweifellos, dass sie der Cellulose viel näher stehen als den Metallen. Andererseits ist bis dahin eine geringere Dehnbarkeit als 0.5 Procent für keine Celluloseart nachgewiesen.

zur Steigerung der Biegungsfähigkeit zu deuten (S. 182). Dieser Einschiebung von Parenchym sollen nämlich die Baststränge die Fähigkeit verdanken, den longitudinalen Schubspannungen nachzugeben und sich folglich beim Biegen in der Längsrichtung zu verschieben. Allein abgesehen davon, dass damit jene stets vorhandenen »Zugänge«, welche von den eingeschobenen Parenchymlamellen zum Mestom führen, unerklärt bleiben, steht die Annahme einer solchen Verschiebung mit der Wirklichkeit im Widerspruch. Denn jede Querschnittsscheibe eines Pflanzenstengels behält ihre zur Axe senkrechte Lage bei den gewöhnlich vorkommenden Biegungen bei. Eine Nadel, die man quer durch einen Scirpushalm, einen Blüthenschaft u. dergl. schiebt, steht mit dem frei vorstehenden Theil im gebogenen wie im nicht gebogenen Zustande rechtwinklig zur Längsrichtung, während sie in Folge des vermeintlichen Longitudinalschubes sich schief stellen müsste. Man sieht auch leicht ein, dass gerade bei *Bambusa* derartige Schubwirkungen schon deshalb unmöglich sind, weil die jedesmalige Zug- und Druckseite nicht bloss durch die innern Bündel, sondern auch durch den festen peripherischen Theil des mechanischen Systems mit einander in Verbindung stehen.

Der von DETLEFSEN (S. 182 Anmerkung) citirten Stelle in FALKENBERG's »Vergleich. Untersuchungen«, welche gegen meine Deutung der vorhin erwähnten »Zugänge« sprechen soll, vermag ich irgend eine Beweiskraft nicht beizumessen. Es heisst daselbst S. 159: »Mit dieser Anschauung ist aber das zeitweise massenhafte Auftreten von Stärke in den Bastzellen der Strangscheiden im Rhizom mancher Cyperaceen unvereinbar.« Diese Bemerkung ist zunächst, wie der Zusammenhang lehrt, gegen meine Angabe gerichtet, dass die Bastzellen mit ihrer Ausbildung zu mechanischen Zellen die Fähigkeit, ernährungsphysiologischen Zwecken zu dienen, verloren haben. Man begreift jedoch, dass einzelne Ausnahmen die Richtigkeit der von mir aufgestellten Regel nicht beeinträchtigen können. Und wenn nun DETLEFSEN diese nämliche Bemerkung gegen die Deutung der »Zugänge« als Verkehrswege ins Feld führt, so weiss ich eigentlich nicht, auf welchen Punkt in der Bemerkung FALKENBERG's eine solche Taktik sich stützt. Dass dickwandige Gewebe, auch wenn sie Stärke führen, die Leitung wässeriger Lösungen erschweren, ist doch nicht zu bestreiten. Wo sie vorkommen, sorgt denn auch die Pflanze in verschiedener Weise für die nöthigen Erleichterungen, bald durch zahlreiche Poren in den Wandungen, bald in noch wirksamerer Art durch besondere dünnwandige »Zugänge«, die dann natürlich ebensogut auch als Ausgänge fungiren können. Das letztere ist z. B. der Fall, wenn Wasser aus den Gefässen in das benachbarte Parenchym übergeht. Ich habe auf solche

zartwandige Durchgangsstellen, welche die Continuität einer festen Hülle unterbrechen, neuerdings auch in meiner Abhandlung über die Schutzscheiden hingewiesen; nur handelt es sich hier nicht um Bastbelege, welche mit Unterbrechungen bedacht sind, sondern um dickwandiges, mehr oder weniger gestrecktes Parenchym. Die physiologische Bedeutung der Durchgänge ist aber stets dieselbe und es kann heute, gestützt auf eine ganze Reihe von Thatsachen, mit aller Bestimmtheit behauptet werden, dass sie ernährungsphysiologischen Zwecken dienen.

6. Verschiedene Bemerkungen.

Es erübrigt jetzt noch, im Anschlusse an das Vorstehende einige Kleinigkeiten zu berühren, welche im Grunde weder für noch gegen meine Darstellung ins Gewicht fallen, die ich aber doch nicht stillschweigend übergehen kann, weil sie von Detlefsen als ebensoviele Unrichtigkeiten behandelt werden.

Nach S. 156 (Anmerkung) soll ich übersehen haben, dass die neutrale Axe nicht immer durch die Schwerpunkte der Querschnittsflächen geht. Erwägt man jedoch, dass ich bloss »einige Sätze aus der Festigkeitslehre« mittheilen wollte und dass die letztere auch in viel umfangreicheren Darstellungen nur für homogene Träger durchgeführt ist, so wird man begreifen, dass ich meinerseits keine Veranlassung hatte, diesen Rahmen zu überschreiten.

Auf S. 159 wird ein einzelner Satz, den ich in meiner Abhandlung (S. 23) glaubte einschalten zu sollen, einer Kritik unterzogen. Zur Aufklärung bemerke ich, dass jener Satz sich nicht auf die Zahlen für das Maass des Biegungsmomentes, sondern auf die Ableitung der in der mittleren Columne meiner Tabelle enthaltenen Formeln bezieht. Diese Formeln sind nämlich nicht direct den Lehrbüchern entlehnt, sondern von mir in die vorliegende algebraische Form erst transformirt worden. Zur Ausführung dieser Transformation errichtete ich vom Centrum der regulären Polygone aus Perpendikel auf eine der Seiten und führte sodann mit Hülfe des pythagoräischen Lehrsatzes statt der Höhe des betreffenden Dreiecks den Radius des umschriebenen Kreises ein. Ich hatte ursprünglich diese Transformationen (mit verschiedenen andern) in das Manuscript aufgenommen, überzeugte mich aber später, dass es eine missliche Sache ist, einzelne Formeln abzuleiten und andere nicht, und habe sie deshalb gestrichen. Übrigens will ich gerne einräumen, dass ich auch den fraglichen Satz nebst den abgeleiteten Formeln ohne Beeinträchtigung der Gesammtdarstellung hätte weglassen können.

Was sodann die in der Tabelle enthaltene Ziffer für den dreikantigen Balken betrifft, so hat sich allerdings in die Berechnung derselben ein Fehler eingeschlichen; allein derselbe Fehler erscheint auch in der Zahl für den hohlen dreikantigen Balken, so dass das Verhältniss der Biegungsmomente (11:61), von dem an der citirten Stelle (S. 23) allein die Rede ist, dadurch nicht beeinflusst wird.

Dagegen ist die Zahl 1500 Millionen für die Blatt- und Blüthenstiele der Aroideen, welche DETLEFSEN (S. 163) ebenfalls als »falsch« bezeichnet, für die angegebenen Praemissen richtig berechnet. Die seinige differirt um 8 Procent und ist zweifellos genauer; aber wozu diese Genauigkeit? Es wird dadurch kein Wort in meiner Darstellung geändert.

Auf S. 162 findet sich ferner eine Anmerkung betreffend die Faltung der cuticularisirten Streifen in den Radialwänden der Schutzscheiden. Meine auf sorgfältige Untersuchungen gestützten Angaben hierüber[1] werden von DETLEFSEN mit den Worten abgefertigt: »doch beweisen diese Ergebnisse gar nichts, denn die Bedingungen, unter denen sie eintreten, sind von den in der lebenden Wurzel vorhandenen durchaus verschieden.« Leider fehlt jede Andeutung darüber, wie derselbe zu dieser Erkenntniss gekommen. Einstweilen wird daher die Annahme gestattet sein, dass er die Frage gar nicht ordentlich untersucht hat.

Den Vorwurf endlich, welcher auf derselben Seite erhoben wird, dass ich mit dem gemeinsamen Namen Stereom Gewebe bezeichne, »die auch in ihren physikalischen Eigenschaften sehr verschieden sind und eigentlich nur darin übereinstimmen, dass sie aus verhältnismässig langgestreckten, engen und dickwandigen Zellen bestehen,« könnte ich füglich, ohne ein Wort darüber zu verlieren, dem Urtheil des Lesers anheimgeben, da die hier in Betracht kommenden Zellformen allbekannt sind. Ich will auch nur bemerken, dass zu den Eigenschaften des Stereoms jedenfalls noch die Anordnung der kleinsten Theilchen und die damit zusammenhängende Festigkeit gehören. Auch die Zuschärfung oder Zuspitzung der specifisch mechanischen Zellen darf nicht übergangen werden, da sie in der Regel das einzige Mittel ist, eine nachträgliche Verlängerung derselben durch gleitendes Wachsthum, d. h. durch Vorbeischieben der Enden an benachbarten Zellen zu ermöglichen. Entbehrlich wird dieses Mittel nur da, wo die Streckung der Organe nach Anlegung des Stereoms ein so hohes Maass erreicht, dass die erforderliche Länge auch ohne Gleiten zu Stande kommt. Doch ist dies bekanntlich ein seltener Ausnahmefall.

---

[1] Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen, S. 44.

7. Träger von gleichem Widerstande.

Zum Schlusse noch einige Bemerkungen bezüglich der Träger von gleichem Widerstande. Für einen Autor, welcher die oberirdischen Organe der Pflanzen nicht als Träger gelten lassen will, ist es nur consequent, wenn er auch keine Träger von gleichem Widerstande anerkennt. Auf diesem Standpunkte steht Detlefsen. Aber alle die Einwände, die er gegen meine Darstellung erhebt, erhalten bloss dadurch eine scheinbare Berechtigung, dass er meine Träger von gleichem Widerstande im Sinne der reinen Mathematik auffasst und demgemäss jede kleine Abweichung, jede Ungenauigkeit in meinen Rechnungen als einen schlagenden Gegenbeweis betrachtet.

Zu einer so rigorosen Auffassung glaube ich indessen keine Veranlassung gegeben zu haben. Die Worte »annähernd«, »nahezu« »ungefähr« finden sich in dem betreffenden Capitel meiner Schrift häufig genug, um keinen Zweifel darüber aufkommen zu lassen, dass mir nirgends das mathematische Ideal eines Körpers von gleichem Widerstande, sondern stets nur Annäherungen an dasselbe vorgeschwebt haben. Aber immerhin erreichen diese Annäherungen, wie ich glaube, ungefähr denselben Grad, welchen der Techniker den Constructionstheilen der Maschinen, den Balanciers, Hebeln, Kurbelstangen etc. zu geben für nöthig erachtet. Nun ist leicht einzusehen, dass die Herstellung doppelt gekrümmter Flächen, selbst wenn es Rotationsflächen sind, in manchen Fällen mit Schwierigkeiten verknüpft ist, die in der Praxis besser umgangen werden. Der Techniker wird sich also erlauben, statt eines Rotationskörpers, wie er im Umriss auf S. 97 meiner Abhandlung abgebildet ist, einen abgestumpften Kegel zu construiren, der möglichst wenig von jenem Körper abweicht. Die Seitenlinie eines solchen Kegels ist nun mit hinlänglicher Genauigkeit gegeben durch die Tangente, welche in mittlerer Höhe an den Umriss des Rotationskörpers gelegt wird, und die Neigung dieser Tangente zur Axe ist nach bekannten Formeln leicht bestimmbar. Der Mehraufwand von Material, den die Herstellung des so bestimmten Kegels verursacht, beläuft sich allerdings auf mehrere Procent des Gesammtgewichts; allein diese scheinbare Verschwendung wird durch die erzielten Vortheile mehr als ausgeglichen.

So verhält es sich in der Praxis bei den verschiedenartigsten Trägern, welche nach dem Princip der Körper von gleichem Widerstande construirt zu werden pflegen; sie stellen sämmtlich bloss Annäherungen dar, die zuweilen recht erheblich von der idealen Form abweichen. Eine Ausnahme bilden höchstens diejenigen, welche nach möglichst genauen Modellen durch den Guss hergestellt wurden.

Wenn nun DETLEFSEN solche Träger, wie sie in der Architektur, im Maschinenbau u. s. w. tausendfach zur Ausführung gelangen, in derselben Weise auf die Probe stellen wollte, wie er dies nach S. 186 mit Getreidehalmen gethan hat, so würde voraussichtlich keiner eine solche Probe bestehen. Es würde sich vielmehr herausstellen, dass jeder an irgend einer Stelle zuerst eine bleibende Veränderung erfährt. Bei Trägern, welche aus einzelnen verbundenen Theilen oder aus verschiedenartigem Material zusammengesetzt sind, treten solche Veränderungen schon ein, bevor das sonst zulässige Maximum der Zug- oder Druckspannung erreicht ist. Man betrachte z. B. hölzerne Gitterbrücken, etwa solche nach HOWE's System (Gitterwerke aus Holz mit schmiedeeisernen Zugstangen) und man wird sich leicht überzeugen, dass dieselben zum Theil recht beträchtliche bleibende Veränderungen erlitten haben. Und doch sind diese Brücken mit wissenschaftlichem Verständniss nach dem Princip des geringsten Materialaufwandes construirt.

Wenn dergleichen am dürren Holze geschieht, darf man auch an das grüne nicht allzu rigorose Anforderungen stellen. Nach meinem Dafürhalten haben die Getreidehalme, deren Krümmungen und bleibende Veränderungen DETLEFSEN in seiner Fig. 11 (S. 186) zur Anschauung bringt, die ihnen zugedachte Prüfung in ganz befriedigender Weise bestanden; ein viel günstigeres Ergebniss war mit Rücksicht auf das bekannte eigenthümliche Verhalten der Knoten gar nicht zu erwarten.

Übrigens halte ich jede Prüfungsmethode, welche auf die Überschreitung der Elasticitätsgrenze basirt ist, schon deshalb für verwerflich, weil sie für die in Frage kommenden Objecte, es mögen natürliche oder künstliche sein, im Allgemeinen nur negative Resultate ergeben kann. Aus diesem Grunde scheint mir bei vegetabilischen Trägern auch heute noch die Abnahme der Querschnittsflächen von unten nach oben, sodann die Krümmung der elastischen Linie in Folge der Einwirkung seitlicher Kräfte die besten Anhaltspunkte zu liefern. Ich bin aber weit entfernt zu behaupten, dass sie mathematisch strengen Anforderungen genügen.

Sehen wir uns die gegebenen oder doch leicht bestimmbaren Grössen etwas näher an. Der Krümmungsradius R eines belasteten Trägers lässt sich bei gegebener Inanspruchnahme für jeden beliebig gewählten Querschnitt bestimmen nach der Formel

$$R = \frac{WE}{M}$$

wobei W das Maass des Biegungsmomentes für den gewählten Querschnitt, E das Elasticitätsmodul und M das von der Belastung ab-

hängige Kraftmoment bezeichnet. Nach dieser Formel sind die in meiner Abhandlung (S. 97) mitgetheilten Ziffern für die Krümmungsradien des eben daselbst abgebildeten vollen Trägers berechnet, allerdings unter der bestimmten Voraussetzung, dass die Krümmung eine geringe sei und durch ein am Ende angebrachtes Gewicht bewirkt werde. Die Rechnung ist übrigens auch für jede andere Belastung ausführbar.

Es sei mir gestattet, die erhaltenen Ziffern, die jedoch für die Krümmungsradien nur Verhältnisszahlen sind, hier nochmals zusammenzustellen und ein paar neue hinzuzufügen. Die Decimalen sind weggelassen.

Abstand von der Basis	0	30	60	100	120	140	150
Krümmungsradius...	62	57	53	45	39	31	26

Die Curve, welche diesen Ziffern entspricht, ist nun zwar durch die bezeichnete Abnahme der Krümmungsradien nach der Spitze hin keineswegs genau bestimmt, aber doch immerhin bis zu einem gewissen Grade charakterisirt. Auch ist einleuchtend, dass diese Charakteristik nicht bloss für volle Träger mit kreisförmigem Querschnitt, sondern auch für hohle oder beliebig zusammengesetzte Geltung haben muss. Denn nimmt man z. B. für einen hohlen Träger von gleichem Widerstande das Verhältniss des kleineren zum grösseren Radius constant an, so ändert sich auch der algebraische Werth des Biegungsmomentes nur um einen constanten Factor, der in unserer Frage nicht in Betracht kommt. Ebenso führen auch andere zulässige Annahmen in der Hauptsache zu demselben Ergebniss.

Selbst Träger von constanter Breite, aber mit parabolischen Seitenflächen, deren Übereinstimmung mit den vorhin genannten sich also nur auf die variable Höhe beschränkt, zeigen eine ähnliche Abnahme der Krümmungsradien nach dem freien Ende hin. Die folgenden Ziffern, die sich auf einen solchen parabolischen Träger von 160 Einheiten Länge bei gleicher Belastungsweise beziehen, mögen hierfür als Belege dienen.[1]

[1] Der Querschnitt des Trägers ist hier ein Rechteck, dessen veränderliche Höhe h gegeben ist durch $h = \sqrt{\frac{x}{l}}\,H$, wobei x den Abstand vom Scheitel der Parabel, l die Länge des Trägers und H die Höhe desselben an der Basis bezeichnet. Die Grösse W ist $= \frac{bh^3}{12} = \frac{bx}{12l} \cdot \sqrt{\frac{x}{l}}$.

Übrigens lässt sich diese Abnahme der Krümmungsradien nach der Spitze hin für ganz beliebige Krümmungen auch ohne höhere Mathematik durch folgende Erwägungen darthun. Es sei die Dicke (Höhe) eines Trägers von gleichem Widerstande zunächst der Basis = 2, der Krümmungsradius seiner neutralen Linie im belasteten Zustande = 1000 Längeneinheiten. Dann ist der Radius der convexen Seite um eine Einheit länger, somit = 1001 Einheiten, und derjenige der concaven um eine Einheit

Abstand von der Basis	0	40	80	120	140
Krümmungsradius	50	43	35	25	18

Bis dahin befinden wir uns also auf sicherem Boden. Die weitern Berechnungen dagegen, welche die directe Bestimmung der Ordinaten für die verschiedenen Abscissenlängen zum Ziele haben, sind allerdings nach Formeln ausgeführt, die keine genauen Ziffern ergeben konnten. Das hat auch seinen guten Grund: ich kannte eben damals keine bessern. Deshalb nahm ich meine Zuflucht zu einem Nothbehelf, der darin bestand, dass ich über einander gestellte, immer dünner werdende Cylinderstücke, die man etwa mit den Theilen eines ausgezogenen Fernrohrs vergleichen könnte, in ihrer Gesammtheit als abgestumpften Kegel oder richtiger als nahezu kegelförmigen Träger von gleichem Widerstande betrachtete. Das ist allerdings kein genaues, aber für Probleme, wie das vorliegende, doch immer noch brauchbares Verfahren.

Man darf nämlich nicht übersehen, dass ich die mit den Rechnungen zu vergleichenden Beobachtungen an Halmstücken von nur 60—70^{mm} Länge (nicht 300^{mm}, wie Detlefsen sagt) angestellt habe und dass die mitgetheilten Daten zwischen den beiden Enden solcher Stücke nur einen Dickenunterschied von wenigen Hunderttheilen eines Millimeters ergaben. Sollte es da nicht erlaubt sein, eine so geringfügige Differenz zu vernachlässigen?

Übrigens unterliegt es kaum einem Zweifel, dass eine viel genauere Berechnung, als die meinige ist, in der Hauptsache übereinstimmende Senkungen ergeben wird. Eine absolute Übereinstimmung zwischen den berechneten und den beobachteten Grössen ist jedoch von vorne herein nicht zu erwarten.[1]

Detlefsen spricht sodann auf S. 184 sein Befremden darüber aus, dass ich immer schlechthin von Trägern gleichen Widerstandes rede, während doch dieser Ausdruck völlig nichtssagend sei, sobald nicht die Wirkungsweise der biegenden Kraft dabei angegeben werde. Das

---

kürzer oder = 999 Einheiten. Die convexe Seite ist folglich in demselben Verhältniss länger als die Neutrale und demnach um $^1/_{1000}$ gedehnt, die concave um ebensoviel zusammengedrückt. Beträgt nun die Dicke (Höhe) dieses Trägers am vorderen Ende bloss 1 Einheit, so würde hier bei gleichem Krümmungsradius die Dehnung der concaven Seite bloss $^1/_{2000}$ erreichen. Nur wenn der Radius auf 500 Einheiten (statt auf 1000) angesetzt wird, ergibt sich auch für diese Stelle eine Verlängerung der convexen Seite von 1 auf 1000.

[1] Ich habe seitdem ähnliche Berechnungen für Träger mit kreisförmigem Querschnitt nach der von Grashof mitgetheilten Formel ausgeführt, welche die Bestimmung der Ordinaten für gegebene Abscissen und somit die graphische Darstellung der Krümmungen gestattet. Allein auch diese Formel ist nur für sehr geringe Senkungen genau und gewährt daher für die Praxis, speciell mit Rücksicht auf unsere Frage, keine erheblichen Vortheile.

Letztere ist richtig, übrigens so ziemlich selbstverständlich. Trotzdem scheint Detlefsen zu glauben, ich befinde mich in dieser Hinsicht in tiefer Unkenntniss. Was übrigens den Vorwurf der mangelhaften Bezeichnung betrifft, so habe ich die Angriffsweise der Kraft nur da nicht ausdrücklich betont oder wiederholt, wo die in der Natur gegebene Inanspruchnahme als selbstverständlich vorausgesetzt ist. Wenn z. B. ein Halm von *Molinia coerulea* vom Winde gebogen wird, so kann die Richtung der biegenden Kraft als horizontal und die zugekehrte Seite der Rispe als Angriffsfläche betrachtet werden. Der Wind hat folglich annähernd dieselbe Wirkung, wie ein im Schwerpunkt der Angriffsfläche concentrirter seitlicher Zug. Dasselbe gilt von beliebigen Waldbäumen in geschlossenem Bestande, namentlich von schlanken Kiefern oder Fichten mit verhältnissmässig kleiner Krone. Nur die letztere nimmt den Stoss des Windes auf und dieser wirkt auf den biegungsfähigen Stamm genau so, wie ein an seinem obern Ende befestigtes Seil, an dem seitlich gezogen wird.

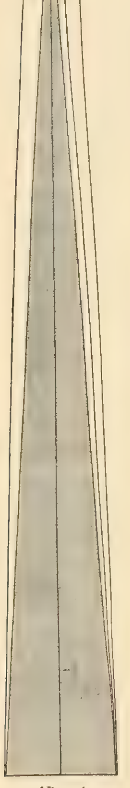


Fig. 1.

Denken wir uns dagegen eine frei stehende Fichte von pyramidalem Wuchs und bis auf den Boden mit Ästen versehen, so ist die Angriffsfläche des Windes einem ungefähr gleichschenkligen Dreieck aequivalent, dessen Basis dem untern Durchmesser der Krone entspricht und folglich dem Boden unmittelbar aufliegt, während der Scheitel mit der Stammspitze zusammenfällt. In diesem Falle ist offenbar die Beanspruchung eine wesentlich andere als vorhin. Der Druck des Windes vertheilt sich jetzt auf die ganze Länge des Stammes und nimmt sogar von oben nach unten mit dem Durchmesser der Krone zu. Soll unter solchen Umständen der Stamm annähernd ein Träger von gleichem Widerstande sein, so muss sein Durchmesser in basipetaler Richtung pro Längeneinheit in erheblich stärkerem Maasse zunehmen, als dies in dem oben erwähnten Falle, d. h. bei einem bloss auf den Wipfel wirkenden Zuge geschieht. Wie gross der Unterschied ist, lehrt am besten die nebenstehende Figur 1, in welcher der äusserste Umriss dem auf S. 97 meiner Abhandlung dargestellten Träger entspricht; nur dass der Scheitel hier weggelassen wurde. Die innerste Umrisslinie stellt dagegen einen Träger gleichen Widerstandes unter der Voraussetzung dar, dass die Angriffsfläche ein Dreieck sei, wie es

oben näher bezeichnet wurde. Zur weitern Vergleichung ist auf der rechten Seite noch eine mittlere Linie beigefügt, welche einer von der Basis bis zur Spitze gleichmässig vertheilten Belastung entspricht.[1]

Man ersieht aus dem Vorhergehenden, dass ein vom Winde ergriffener Fichtenstamm sich innerhalb der Krone wesentlich anders verhält, als ein freier, am Ende belasteter Träger;[2] in unserer Figur ist der erstere in halber Höhe (= 80^{mm}) auch bereits auf halbe Dicke verjüngt und die obere Hälfte ist sehr viel schwächer und darum auch viel biegsamer, als der durch die äusserste Umrisslinie veranschaulichte freie Träger. Wenn also Detlefsen junge, circa 4^{m} hohe Fichten (die doch wohl ziemlich weit herunter verästelt waren) dadurch auf die Probe stellt, dass er sie mit der Hand an der Spitze fasst und seitwärts zieht (S. 185), so ist das ein gänzlich verfehltes und darum zweckloses Verfahren, das allerdings mehr zum Vergnügen als zur Belehrung dienen mag. Und sollte etwa gar dem diesjährigen Gipfeltrieb eine solche Prüfung zugemuthet werden, so bin ich für so weit gehende Anforderungen nicht verantwortlich.

Ein weiterer Einwand, den Detlefsen geltend macht, bezieht sich auf meine Angabe, dass grosse, schön gewachsene Fichtenstämme annähernd Träger von gleichem Widerstande seien. Ihm ist es »unbegreiflich«, wie ich eine solche Behauptung aus dem Resultat meiner Berechnungen ableiten konnte, während ich doch die Beobachtungen Sanio's citire, welche damit im Widerspruch stehen. Es hält indessen nicht schwer, diesen scheinbaren Widerspruch in befriedigender Weise aufzuklären. Zunächst ist einleuchtend, dass eine zweite Umrisslinie, die wir zu der auf S. 97 meiner Arbeit gegebenen hinzu construiren, indem wir beispielsweise eine um $^1/_{10}$ grössere Längeneinheit wählen (Fig. 2), ebenfalls einem Träger von gleichem Widerstande entspricht. Der zwischen den beiden Linien eingeschlossene Raum bezeichnet folglich für jede beliebige Höhe den Zuwachs, der zur Erhaltung gleicher Widerstandsfähigkeit erforderlich ist. Man sieht, dass die Curven in der ganzen untern Hälfte nahezu parallel verlaufen, dann aber mit zunehmender Höhe immer stärker divergiren. Die Scheitel-

---

[1] Die Berechnung der letzterwähnten Umrisslinie geschah nach der Formel $\varrho = \sqrt[3]{\frac{x^2}{l^2}}$, wobei ϱ der Radius des kreisförmigen Querschnitts, x der Abstand vom Scheitel, d. h. vom Ursprung des Coordinatensystems, und l die Gesammtlänge (in der Figur = 160^{mm}) bezeichnet. — Für die dreieckige Angriffsfläche ist das jedesmalige Kraftmoment durch den Flächeninhalt des bezüglichen Dreieckes und den Abstand seines Schwerpunktes vom entsprechenden Trägerquerschnitt bestimmt.

[2] Die blosse Thatsache, dass der hier angedeutete Unterschied besteht, ist in forstmännischen Kreisen längst bekannt.

region selbst kann dabei allerdings nicht in Betracht kommen, weil hier die Zuwachsverhältnisse von den in der Pflanze vorhandenen allzu sehr abweichen. Dies ist auch der Grund, warum ich mir s. Z. (vergl. S. 160 meiner Schrift) ein beliebiges Stück des Scheiteltheils abgeschnitten und die biegende Kraft (vom idealen Scheitel aus) auf das so hergestellte künstliche Ende wirksam gedacht habe. Allein diese Einschränkung ändert nichts an der Thatsache, dass das Maass des Zuwachses nach der Spitze hin allmälig steigen muss, wenn die Form eines Trägers von gleichem Widerstande in aller Strenge gewahrt werden soll. Insofern sind also die auf S. 161 meiner Abhandlung zusammengestellten Ziffern durchaus maassgebend.

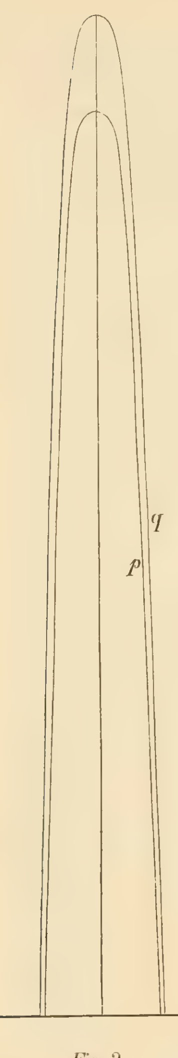


Fig. 2.

Eine so absolute Correctheit braucht indessen die Pflanze keineswegs anzustreben; der Techniker thut es auch nicht. Statt eines Körpers mit doppelt gekrümmter Oberfläche, wie er in unserer Figur veranschaulicht ist, genügt wohl auch ein abgestumpfter Kegel, welcher jene Oberfläche ungefähr in mittlerer Höhe tangirt (vergl. oben S. 1062). Legen wir also, um diesen Kegel zu construiren, an jede der beiden Umrisslinien eine Tangente und zwar dergestalt, dass der jedesmalige Berührungspunkt (p und q) in die Mitte zwischen Basis und Scheitel der zugehörigen Curve fällt.[1] Dann lehrt eine einfache Betrachtung, dass die beiden Tangenten, weil sie durch homologe Punkte gehen, einander parallel sein müssen. Die entsprechenden Kegel sind demnach ähnlich.

Wird also die Trägerform in der angebenen Weise vereinfacht, so vertheilt sich der Zuwachs gleichmässig auf die ganze Länge; die Jahrringe erhalten somit oben wie unten dieselbe Mächtigkeit. Und doch ist der so construirte abgestumpfte Kegel immer noch sehr annähernd ein Körper von gleichem Widerstande.

[1] Dies vorausgesetzt, ergibt die Rechnung für den Winkel, den die Tangenten mit der Curvenaxe bilden, $= 1° 54'$.

Das im Vorstehenden angedeutete Constructionsverfahren ist natürlich nicht das einzige, das zu einer befriedigenden Annäherung an die ideale Trägerform führt; es gibt andere ebenso zulässige, welche eine schwache Divergenz der Tangenten nach oben zu mit sich bringen. Es würde jedoch zu weit führen, alle die möglichen Variationen hier ausführlich zu besprechen; ich wollte ja bloss darthun, dass der Widerspruch, auf den Detlefsen hingewiesen hat, in Wirklichkeit nicht besteht. Übrigens mag hier noch an die Messungen Mohl's[1] erinnert werden, welche bei Nadelhölzern »constant eine Zunahme der Dicke der Jahrringe von unten nach oben« ergaben, beispielsweise von 1.3 bis 1.6 Pariser Linien.[2]

Es bleibt mir jetzt noch ein Punkt zu erörtern übrig, den der Herr Opponent gänzlich entstellt hat. Er sagt auf S. 184, indem er meine (S. 99 und 100 mitgetheilten) Messungen an *Juncus glaucus* und *Molinia coerulea* bespricht: »Es musste, um leidliche Übereinstimmung zu erzielen, die Länge des Trägers im ersteren Falle 300^{mm}, im zweiten Falle 200^{mm} grösser genommen werden, als diejenige des untersuchten Objectes.« Das klingt ja, als hätte ich mit den Ziffern ein willkürliches Spiel getrieben. Dieser Vorwurf ist jedoch gänzlich ungerechtfertigt. Ich hatte vielmehr die empirische Aufgabe zu lösen, für die vorliegenden Objecte, die annähernd abgestumpfte Kegel darstellten, den fehlenden Scheitel zu bestimmen, d. h. den Ursprung der Coordinaten, in welchem x und $\rho = 0$ werden. Wären die Seitenlinien dieser Kegel Gerade gewesen, so hätte es genügt, sie nach oben zu verlängern, bis sie sich schneiden. Ein so einfaches Verhältniss lag nun aber nicht vor, und so musste ich den Nullpunkt der Abscissenaxe durch Probiren bestimmen, wobei natürlich von mathematischer Genauigkeit nicht die Rede sein konnte. Darin also liegt die Erklärung für die 200—300^{mm}, die ich zur gegebenen Länge der oben abgeschnittenen Halme hinzugefügt habe. Wenn nun Detlefsen, bei dem ich doch Unkenntniss in so elementaren geometrischen Dingen nicht voraussetzen darf, sich gleichwohl zu der oben citirten Bemerkung veranlasst sieht, so drängt sich mir unwillkürlich die Frage auf, ob eine solche Kritik noch eine ernste und ehrliche sei.

Ich wiederhole schliesslich, dass eine vollständige Übereinstimmung der beobachteten Krümmungen oder Senkungen mit den nach irgend

[1] Bot. Zeit. 1869, S. 1. Man vergl. ferner Nördlinger, Forstbotanik, I, S. 181 ff. und Th. Hartig, Anat. u. Physiologie der Holzpflanzen, S. 367.

[2] Ich habe neuerdings ähnliche Messungen ausgeführt, welche übereinstimmende Resultate lieferten, bemerke jedoch, dass zur Gewinnung streng vergleichbarer Ziffern das (nach oben vorwiegende) Frühjahrsholz durchgehends in Herbstholz umgerechnet werden müsste, oder umgekehrt.

einer Formel berechneten nicht erwartet werden darf. Von hundert Halmen eines beliebigen Grases verhält sich nicht einer genau wie der andere, ein deutlicher Beweis, dass die mechanische Anpassung, wie übrigens jede andere, niemals eine ganz vollständige ist. Aber im Grossen und Ganzen gruppiren sich doch alle beobachteten Einzelkrümmungen ziemlich gleichmässig um die ideale Curve, welche einem Träger von überall gleichem Widerstande entspricht. Der letztere allein bringt das mechanische Princip, welches die Verjüngung der Pflanzenorgane nach der Spitze zu beherrscht, in voller Reinheit zum Ausdruck, während die Organe selbst über eine gewisse Stufe der Annäherung nicht hinauskommen.

Die Periodensysteme von Functionen reeller Variabeln.

Von L. Kronecker.

I. Es sei a_{ik} für $i=1, 2, \ldots p$ und $k=1, 2, \ldots q$ irgend ein System reeller Grössen, und $F(x_1, x_2, \ldots x_p)$ sei eine eindeutige, gleichmässig stetige Function der reellen Variabeln x, für welche die Gleichung:

$$\text{(A)} \qquad F(x_1, x_2, \ldots x_p) = F(x_1 + a_{1k}, x_2 + a_{2k}, \ldots x_p + a_{pk})$$

besteht, wenn man dem Index k einen beliebigen der Werthe $1, 2, \ldots q$ beilegt. Bedeutet dann n die grösste Zahl von der Beschaffenheit, dass nicht sämmtliche aus dem System a_{ik} zu bildenden Determinanten $n$ter Ordnung verschwinden, so kann unbeschadet der Allgemeinheit angenommen werden, dass die aus den ersten n^2 Elementen a_{ik} gebildete Determinante:

$$|a_{gh}| \qquad (g, h = 1, 2, \ldots n)$$

von Null verschieden ist. Unter dieser Voraussetzung existirt ein System von n^2 Elementen a'_{gh}, welches den Relationen:

$$\sum_g a'_{fg} a_{gh} = \sum_g a_{fg} a'_{gh} = \delta_{fh} \qquad (f, g, h = 1, 2, \ldots n)$$

genügt, und welches ich in meiner Mittheilung vom 27. Juli 1882 als das »reciproke« des Systems a_{gh} bezeichnet habe. Dabei ist, wie gewöhnlich, $\delta_{fh} = 0$ oder $\delta_{fh} = 1$, je nachdem die beiden Indices von einander verschieden oder einander gleich sind.

II. Führt man p neue Variabeln y ein, welche mit den Variabeln x durch die Relationen:

$$\begin{aligned} x_g &= \sum_h a_{gh} y_h, \quad x_i = y_i + \sum_g a_{ig} y_g \\ y_g &= \sum_h a'_{gh} x_h, \quad y_i = x_i - \sum_g \sum_h a_{ig} a'_{gh} x_h \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} g, h = 1, 2, \ldots n \\ i = n+1, n+2, \ldots p \end{pmatrix}$$

verbunden sind, so geht die eindeutige Function $F(x_1, x_2, \ldots x_p)$ in eine ebenfalls eindeutige, gleichmässig stetige Function $G(y_1, y_2, \ldots y_p)$ über, für welche eine der Gleichung (A) entsprechende Gleichung:

$$\text{(B)}\quad G(y_1\,.\,y_2\,.\,.\,.\,.\,y_p) = G(y_1 + b_{1k}\,.\,y_2 + b_{2k}\,,\,.\,.\,.\,.\,y_p + b_{pk}) \quad (k = 1,2,\ldots q)$$

besteht. Dabei werden die pq Grössen b_{ik} durch die Gleichungen:

$$\text{(C)}\qquad \begin{aligned} b_{fk} &= \sum_h a'_{fh}\, a_{hk} \\ b_{ik} &= a_{ik} - \sum_g \sum_h a_{ig}\, a'_{gh}\, a_{hk} \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} f, g, h = 1, 2, \ldots . n \\ i = n+1, n+2, \ldots . p \\ k = 1, 2, \ldots . q \end{pmatrix}$$

definirt. Der Ausdruck auf der rechten Seite der letzteren Gleichung ist nichts Anderes als der Determinanten-Quotient:

$$\frac{|a_{rs}|}{|a_{gh}|} \qquad \begin{pmatrix} r = 1, 2, \ldots n, i; & s = 1, 2, \ldots . n, k \\ g = 1, 2, \ldots n; & h = 1, 2 \ldots . n \end{pmatrix},$$

dessen Zähler, als Determinante $(n + 1)$ter Ordnung, gemäss der obigen Voraussetzung gleich Null, dessen Nenner aber von Null verschieden ist. Lässt man hiernach $b_{n+1,k}, b_{n+2,k}, \ldots . b_{pk}$, welche gleich Null sind, in der Gleichung (B) weg, so kommt:

$$G(y_1\,,y_2\,,\ldots . y_p) = G(y_1 + b_{1k}\,,\ldots . y_n + b_{nk}\,, y_{n+1}\,,\ldots . y_p)\,,$$

und durch wiederholte Anwendung dieser Gleichung gelangt man zu der allgemeineren Gleichung:

$$\text{(B}'\text{)}\quad G(y_1\,,y_2\,,\ldots . y_p) = G(y_1 + \Sigma b_{1k} w_k\,,\ldots . y_n + \Sigma\, b_{nk} w_k\,, y_{n+1}\,,\ldots y_p)\,,$$

in welcher sich die Summationen auf $k = 1, 2, \ldots . q$ beziehen und $w_1, w_2, \ldots . w_q$ beliebige ganze Zahlen bedeuten.

Vermöge der ersteren von den Gleichungen (C) wird $b_{fk} = \delta_{fk}$, wenn beide Indices f, k nicht grösser als n sind. Die Gleichung (B′) geht daher, wenn man alle Zahlen $w_{n+1}, w_{n+2}, \ldots . w_{q-1}$ gleich Null nimmt, in folgende über:

$$\text{(B)}\quad G(y_1, y_2, \ldots y_p) = G(y_1 + w_1 + b_{1q} w_q\,, \ldots y_n + w_n + b_{nq} w_q\,, y_{n+1}\,, \ldots y_p)\,,$$

welche ausdrückt, dass G eine periodische Function in Beziehung auf die ersten n Variabeln ist, die erstens ihren Werth nicht ändert, wenn man jede der n Variabeln um eine beliebige ganze Zahl vermehrt oder vermindert, und zweitens auch dann nicht, wenn man jeder der n Variabeln y_h ein und dasselbe ganze Vielfache von b_{hq} hinzufügt.

III. Wenn die Grössen $b_{1q}, b_{2q}, \ldots b_{nq}$ nicht sämmtlich rational sind, so können doch lineare (homogene oder nicht homogene) Beziehungen mit rationalen Coefficienten zwischen ihnen bestehen. Es wird hierüber offenbar die allgemeinste Annahme gemacht, wenn vorausgesetzt wird, dass die ersten m Grössen $b_{1q}, b_{2q}, \ldots b_{mq}$ sich als lineare Functionen der $n - m$ Grössen $b_{m+1,q}, b_{m+2,q}, \ldots b_{nq}$ mit rationalen Coefficienten ausdrücken lassen, dass aber zwischen diesen letzteren

Grössen weder eine homogene noch eine nicht homogene lineare Relation mit rationalen Coefficienten besteht. Die Zahl m kann hierbei die Werthe $0, 1, 2, \ldots n$ haben, und für den Fall $m = n$ sind alle n Grössen $b_{1q}, b_{2q}, \ldots b_{nq}$ rationale Zahlen.

Setzt man gemäss der gemachten Voraussetzung, für den Fall $m < n$:

$$b_{hq} = r_{h0} + \sum_k r_{hk} b_{kq}, \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots m \\ k = m+1, m+2, \ldots n \end{pmatrix}$$

wo $r_{h0}, r_{h,m+1}, \ldots r_{hn}$ rationale Zahlen bedeuten, und führt man an Stelle der ersten m Variabeln y neue Variabeln z mittels der Substitution:

$$y_h = z_h + \sum_k r_{hk} y_k \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots m \\ k = m+1, m+2, \ldots n \end{pmatrix}$$

ein, so geht $G(y_1, y_2, \ldots y_p)$ in eine eindeutige, gleichmässig stetige Function:

$$H(z_1, z_2, \ldots z_m; y_{m+1}, y_{m+2}, \ldots y_p)$$

über, und an die Stelle von $(\bar{B})$ tritt eine Gleichung:

$$\text{(D)} \quad H(z_1, z_2, \ldots z_m; y_{m+1}, y_{m+2}, \ldots y_p) = H(z_1^0, z_2^0, \ldots z_m^0; y_{m+1}^0, y_{m+2}^0, \ldots y_p^0),$$

in welcher:

$$\begin{aligned} z_h^0 &= z_h + w_h - \sum_k r_{hk} w_k + r_{h0} w_q \\ y_k^0 &= y_k + w_k + b_{kq} w_q \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots m \\ k = m+1, m+2, \ldots n \end{pmatrix}$$

und $y_{n+1}^0 = y_{n+1}, y_{n+2}^0 = y_{n+2}, \ldots y_p^0 = y_p$ zu setzen ist.

IV. Man kann bekanntlich die Werthe irgend welcher n Grössen $b_{1q}, b_{2q}, \ldots b_{nq}$ durch rationale Brüche desselben Nenners mit solcher Annäherung darstellen, dass die n Werthunterschiede, noch mit dem Nenner multiplicirt, beliebig klein werden. Dies wird z. B. gleich im Eingange von Hrn. Hermite's Abhandlung »*Sur la fonction exponentielle*« erwähnt. Es erhellt unmittelbar, wenn man erwägt, dass unter den absolut kleinsten Resten von $1 + t^n$ auf einander folgenden ganzen Vielfachen von b_{kq}:

$$\mathrm{R}(sb_{kq}), \mathrm{R}((s+1)\, b_{kq}), \mathrm{R}((s+2)\, b_{kq}), \ldots\ldots \mathrm{R}((s+t^n) b_{kq})$$

nothwendig mindestens zwei für alle n Werthe von k in einem und demselben Intervalle von der Grösse t^{-1} liegen,[1] dass also die Differenz von zwei solchen Resten, welche in der Form:

$$\alpha_k + \beta b_{kq},$$

[1] Der Rest, welcher verbleibt, wenn man von einer reellen Grösse a die ihr zunächst benachbarte ganze Zahl subtrahirt, ist hier, wie in meiner Mittheilung vom 7. Februar d. J. mit $\mathrm{R}(a)$ bezeichnet. Unter t ist eine beliebige positive ganze Zahl zu verstehen.

mit ganzzahligen Coefficienten α_k, β, dargestellt werden kann, ihrem absoluten Werthe nach kleiner als t^{-1} ist, während $|\beta| \sim t^n$ wird.

Nimmt man nun für $w_1, w_2, \ldots w_n, w_q$ ganze Zahlen $w_1', w_2', \ldots w_n', w_q'$, für welche die n absoluten Werthe:

$$|w_k' + b_{kq} w_q'| \qquad (k=1,2,\ldots n)$$

sämmtlich kleiner als eine willkürlich angenommene Grösse τ sind, so wird auch der absolute Werth des Aggregates von Ausdrücken $w_k' + b_{kq} w_q'$:

$$w_h' + b_{hq} w_q' - \sum_k r_{hk}(w_k' + b_{kq} w_q') \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=m+1,\ldots n \end{pmatrix}$$

oder des damit übereinstimmenden Ausdrucks:

$$w_h' - \sum_k r_{hk} w_k' + r_{h0} w_q' \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=m+1,\ldots n \end{pmatrix}$$

beliebig klein, wenn τ hinreichend klein angenommen wird. Dieser Ausdruck stellt aber eine rationale Zahl mit festem, d. h. von der Wahl der Zahlen w' nicht abhängigen Nenner dar; der Ausdruck muss also bei geeigneter Wahl der Zahlen w' sich auf Null reduciren. Setzt man alsdann der Einfachheit halber:

$$\text{(E)} \qquad w_k' + b_{kq} w_q' = b_{kq}' \qquad (k=1,2,\ldots m, m+1,\ldots n),$$

so wird in der Gleichung (D) von Art. III:

$$z_h^0 = z_h \;,\; y_k^0 = y_k + b_{kq}' \quad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=m+1, m+2,\ldots n \end{pmatrix},$$

und es besteht daher für solche Zahlen w' die einfachere Relation:

$$\text{(D')} \quad H(z_1,\ldots z_m; y_{m+1},\ldots y_n; y_{n+1},\ldots y_p) = H(z_1,\ldots z_m; y_{m+1} + b_{m+1,q}',\ldots y_n + b_{nq}'; y_{n+1},\ldots y_p),$$

welche ausdrückt, dass die Function H ihren Werth nicht ändert, wenn den $n-m$ Variabeln $y_{m+1},\ldots y_n$ beziehungsweise die Grössen $b_{m+1,q}',\ldots b_{nq}'$ hinzugefügt werden, die übrigen Variabeln aber ungeändert bleiben.

V. Es kann unbeschadet der Allgemeinheit angenommen werden, dass $|b_{nq}'|$ der grösste der Werthe:

$$|b_{m+1,q}'|, \; |b_{m+2,q}'|, \ldots |b_{nq}'|$$

ist. Setzt man nun:

$$\text{(F)} \qquad y_k' = y_k - \frac{b_{kq}'}{b_{nq}'} y_n \qquad (k=m+1, m+2,\ldots n-1),$$

so geht die Function H in eine Function:

$$H'(z_1, z_2,\ldots z_m; y_{m+1}', y_{m+2}',\ldots y_{n-1}'; y_n, y_{n+1},\ldots y_p)$$

über, welche ihren Werth nicht ändert, wenn man y_n um b_{nq}' ver-

mehrt, alle übrigen Variabeln aber ungeändert lässt. Hieraus folgt, dass die Function H' von y_n unabhängig sein muss.

Es muss nämlich, nach der über die ursprüngliche Function $F(x_1, x_2, \ldots x_p)$ gemachten Voraussetzung gleichmässiger Stetigkeit, für jede beliebig gegebene positive Grösse σ eine Grösse τ von der Beschaffenheit gefunden werden können, dass die Functionswerthe von:

$$H(z_1, \ldots z_m; y_{m+1}, \ldots y_n; y_{n+1}, \ldots y_p)$$

sich um weniger als σ von einander unterscheiden, wenn jedes der Argumente nur irgend ein Intervall von der Grösse τ durchläuft. In Bezug auf das Argument y_n bleibt diese Eigenschaft bei der Transformation der Variabeln y in die Variabeln y', unabhängig von jeder Veränderung der Grössen b'_{kq}, erhalten; denn es ist hierfür bei der bezüglichen Substitution (F) durch die über die Wahl von b'_{nq} getroffene Bestimmung vorgesorgt, vermöge deren die Coefficienten der Substitution:

$$\frac{b'_{kq}}{b'_{nq}}$$

ihrem absoluten Werthe nach nicht grösser als Eins werden können. Da nun nach Art. IV die Grössen $|b'_{kq}|$ so zu wählen sind, dass auch die grösste derselben $|b'_{nq}|$ noch kleiner als τ ist, und da die Function H' ihren Werth beibehält, wenn man y_n um ganze Vielfache von b'_{nq} ändert, die übrigen Variabeln aber ungeändert lässt, so folgt, dass der Unterschied aller Functionswerthe von H', welche dieselbe bei beliebiger Veränderung von y_n allein annimmt, stets kleiner bleiben muss als jene beliebig gegebene Grösse σ.

VI. Ändert man y_n um eine Einheit, so ändern sich die Variabeln y'_k gemäss der Gleichung (F) des Art. V um die Grössen:

$$-\frac{b'_{kq}}{b'_{nq}} \qquad (k = m+1, m+2, \ldots n-1)$$

und die Variabeln z_h gemäss der Gleichung (D) des Art. III um $-r_{hn}$. Nimmt man nun in der vorstehenden Entwickelung an Stelle der n Grössen b_{kq} die $n-1$ Quotienten $\frac{b'_{kq}}{b'_{nq}}$ der durch die Gleichung (E) definirten n Grössen b', so kann man daraus $(n-1)$ beliebig kleine Grössen b''_{kq} bilden, die durch Gleichungen:

$$w''_k + \frac{b'_{kq}}{b'_{nq}} w''_n = b''_{kq} \qquad (k = 1, 2, \ldots n-1)$$

mit ganzzahligen Coefficienten w'' bestimmt sind. Dann bleibt die Function H' ungeändert, wenn gleichzeitig — analog wie in der Gleichung (D) am Schlusse von Art. III — die Variabeln:

$$z_h \text{ um } w''_h - \sum_k r_{hk} w''_k, \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=m+1, m+2, \ldots n-1 \end{pmatrix}$$
$$y'_k \text{ um } b''_{kq}$$

geändert werden. Zugleich sind die Quotienten der Grössen b', wie die Grössen b, durch die linearen Gleichungen[1]:

$$\frac{b'_{hq}}{b'_{nq}} = \sum_k r_{hk} \frac{b'_{kq}}{b'_{nq}} \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=m+1, m+2, \ldots n-1 \end{pmatrix}$$

mit einander verbunden; die Änderung von z_h lässt sich hiernach durch:

$$b''_{hq} - \sum_k r_{hk} b''_{kq} \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=m+1, m+2, \ldots n-1 \end{pmatrix},$$

also durch ein Aggregat beliebig kleiner Grössen darstellen, welches andererseits, wie der ursprüngliche Ausdruck $w''_h - \Sigma r_{hk} w''_k$ zeigt, durch Multiplication mit dem gemeinsamen Nenner der rationalen Zahlen r_{hk} gleich einer ganzen Zahl werden muss. Es folgt also, genau wie oben im Art. IV, dass bei geeigneter Wahl der Zahlen w'' die Änderung von z_h sich auf Null reduciren muss. Bestimmt man aus solchen Zahlen w'' gemäss der Gleichung (E′) die Grössen b''_{kq} und setzt dann analog der Substitution (F):

$$(\mathrm{F}') \qquad y''_k = y'_k - \frac{b''_{kq}}{b''_{n-1,q}} y'_{n-1} \quad (k = m+1, m+2, \ldots n-2),$$

so geht H' in eine Function H'' über, von der man wie oben erschliesst, dass sie von y'_{n-1} unabhängig ist. Die nothwendige Bedingung für die Zulässigkeit dieser Deduction, dass wenigstens eine der Grössen b''_{kq} nicht gleich Null werden könne, ist durch die Voraussetzung erfüllt, welche zu Anfang des Art. III gemacht worden ist. Denn, wenn zwischen den $n-m$ Grössen $b_{m+1,q}, b_{m+2,q}, \ldots b_{nq}$ keine lineare Relation mit rationalen Coefficienten besteht, kann das Verhältniss von b'_{kq} zu b'_{nq} offenbar keinen rationalen Werth erhalten.

VII. Durch weitere Fortsetzung der hier entwickelten Schlussweise ergiebt sich, dass die Function:

$$H(z_1, z_2, \ldots z_m; y_{m+1}, \ldots y_n; y_{n+1}, \ldots y_p)$$

von den sämmtlichen $n-m$ Variabeln der zweiten Gruppe, nämlich von $y_{m+1}, y_{m+2}, \ldots y_n$ unabhängig sein muss, während sie in Beziehung auf die m Variabeln der ersten Gruppe periodisch ist. Die Perioden sind, wie im Art. III gezeigt worden ist, sämmtlich rationale Zahlen, und eine beliebige Anzahl solcher Periodensysteme lässt sich stets auf m Periodensysteme reduciren. Diese Reduction kann am Einfachsten mittels der Methode bewirkt werden, welche ich im §. 24 meiner Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum bei der Reduction der linearen

[1] Vergl. Art. III und IV.

Fundamentalformen auf solche mit möglichst wenig Gliedern angewandt habe. Dieselbe Methode dient auch zur Reduction eines aus linearen homogenen Functionen beliebig vieler Variabeln gebildeten Divisorensystems auf ein solches, welches die kleinste, d. h. eine mit der Stufenzahl übereinstimmende Anzahl von Elementen enthält; ich will sie aber hier ohne alle Bezugnahme auf die erwähnten Theorieen darlegen.[1]

VIII. Bezeichnet man die $m+r$ Periodensysteme der Variabeln z_h mit:

$$c_{hk} \qquad \begin{pmatrix} h=1,2,\ldots m \\ k=1,2,\ldots m+r \end{pmatrix},$$

und setzt man die Determinante der ersten m^2 Grössen c_{hi} als von Null verschieden voraus, so lassen sich die Elemente des $(m+1)$ten Periodensystems als lineare homogene Functionen der Elemente der ersten m Periodensysteme mit m rationalen Coefficienten darstellen. Reducirt man diese m Coefficienten sämmtlich, durch Weglassung der grössten Ganzen, auf echte Brüche, so kann man offenbar auch die so entstehenden linearen Functionen an Stelle der Elemente $c_{1,m+1}, c_{2,m+1}, \ldots c_{m,m+1}$ des $(m+1)$ten Periodensystems nehmen und aber dieses Periodensystem weglassen, wenn bei der angegebenen Reduction die sämmtlichen m Coefficienten der linearen Function gleich Null werden. Wenn dieses Verfahren auf alle r letzten Periodensysteme angewendet ist, muss wenigstens eine der Determinanten $m$ter Ordnung, welche sich aus den neuen $m+r$ Periodensystemen bilden lassen,[2] kleiner als die Determinante der ersten m^2 Grössen c_{hi} sein, und da schon diese als die kleinste von allen des ursprünglichen Systems vorausgesetzt werden konnte, und aber die Determinanten, weil sie rationale Zahlen mit bestimmten Nennern sind, nicht beliebig verkleinert werden können, so muss man bei jenem Verfahren einmal zu m Periodensystemen gelangen, durch welche sich alle folgenden und demnach auch die $m+r$ ursprünglichen Periodensysteme c_{hk} als lineare Functionen mit ganzzahligen Coefficienten ausdrücken lassen. Ein solches System von m Periodensystemen kann noch durch lineare Transformation der Variabeln z mit rationalen Coefficienten in das »Einheitsystem« δ_{ik} umgewandelt werden, und es ergiebt sich daher, dass die Function G des Art. I sich durch lineare Transformation der Variabeln $y_1, y_2, \ldots y_n$ mit rationalen Coefficienten in eine solche umwandeln lässt, welche von

---

[1] Ich habe die erwähnte Methode bereits im Wintersemester 1865/66 und seitdem fast regelmässig in meinen Universitäts-Vorlesungen auseinandergesetzt.

[2] Ist z. B. in einer der linearen Functionen der Coefficient von c_{h1} von Null verschieden und also ein echter Bruch, so wird die Determinante der ersten m Periodensysteme verkleinert, wenn man das erste Periodensystem durch das System jener linearen Functionen ersetzt.

$n-m$ Variabeln unabhängig und in Beziehung auf die übrigen m in der Weise periodisch ist, dass jede der Variabeln für sich um eine beliebige ganze Zahl vermehrt oder vermindert werden kann.

IX. Bei der bisherigen Deduction ist nur von der Grössenreihe:

$$b_{kq} \qquad (k=1,2,\ldots n)$$

Gebrauch gemacht worden. Werden nun die übrigen Grössenreihen:

$$b_{k,n+1}, b_{k,n+2}, \ldots b_{k,q-1} \qquad (k=1,2,\ldots n)$$

in derselben Weise benutzt, so ergiebt sich als schliessliche und erschöpfende Folgerung aus der durch die Gleichung (A) ausgedrückten Eigenschaft der Function $F(x_1, x_2, \ldots x_p)$, dass

$$F(\Sigma a_{1h}y_h, \ldots \Sigma a_{nh}y_h; y_{n+1} + \Sigma a_{n+1,h}y_h, \ldots y_p + \Sigma a_{ph}y_h) \qquad (h=1,2,\ldots n)$$

durch lineare Transformation der Variabeln y mit rationalen Coefficienten in eine Function von weniger Variabeln verwandelt werden kann, welche ihren Werth beibehält, wenn man gewisse von den neuen Variabeln, und zwar jede für sich allein, um eine Einheit ändert.

X. Die Entwickelung vereinfacht sich, wenn man — statt alle Consequenzen aus der Voraussetzung einer bestimmten, durch die Gleichung (A) ausgedrückten Periodicitäts-Eigenschaft einer Function $F(x_1, x_2, \ldots x_p)$ zu ziehen — sich auf den Beweis des folgenden allgemeinen Satzes über die mögliche Anzahl von Periodensystemen beschränkt:

Eine eindeutige Function von mehreren (reellen oder complexen) Variabeln kann stets durch lineare Transformation in eine solche verwandelt werden, für welche die Anzahl der Periodensysteme, aus denen sich alle der Function zugehörigen Periodensysteme linear mit ganzzahligen Coefficienten zusammensetzen lassen, genau gleich der Stufenzahl des aus allen Perioden gebildeten Grössensystems ist.

Unter der »*Stufenzahl*« (oder dem »*Range*«) eines Systems reeller oder complexer Grössen[1]:

$$a_{ik} \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

soll hier die im Art. I mit n bezeichnete Zahl verstanden werden,

---

[1] Der Begriff der Stufenzahl verdankt weit höheren Gesichtspunkten seine Entstehung. Nach den Definitionen, welche ich in meiner oben citirten Festschrift aufgestellt habe, ist die Stufenzahl n des Systems a_{ik} nichts Anderes als die Stufenzahl des aus den q Functionen von p Variabeln: $\Sigma a_{ik}x_i$ gebildeten Divisorensystems. Hr. J. Molk hat den Ausdruck »Stufe« in seiner *Thèse:* »*Sur une notion qui comprend celle de la divisibilité et sur la théorie générale de l'élimination*« mit »*rang*« übersetzt. Vergl. auch die Bedeutung des Wortes »Rang« in den Arbeiten des Hrn. Frobenius.

d. h. also die grösste Zahl von der Beschaffenheit, dass nicht sämmtliche aus dem System zu bildenden Determinanten $n$ter Ordnung verschwinden. Die Stufenzahl bleibt offenbar ungeändert, wenn man dem System beliebig viele Zeilen oder Colonnen von linearen Functionen der früheren Zeilen oder Colonnen hinzufügt, und es kann daher auch ein System von unendlich vielen Zeilen oder Colonnen, wie z. B. das aus allen Perioden einer Function bestehende System, einen bestimmten endlichen Rang haben.

Das System a_{ik} wird so beschaffen vorausgesetzt, dass jeder Zeile, in welcher nicht alle Elemente reell sind, eine andere mit den conjugirten Elementen entspricht.

Ist nun wie in Art. I die Determinante der ersten n^2 Elemente a_{ik} von Null verschieden, so ist gemäss der Definition der Stufenzahl n die Form:

$$\sum_k a_{ik} u_k \qquad (k = 1, 2, \ldots q),$$

für unbestimmte u, auch wenn $i > n$ ist, eine lineare Function derjenigen n Formen, bei denen $i = 1, 2, \ldots n$ ist. Das System der p Gleichungen:

$$\sum_k a_{ik} w_k = 0 \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots n, q \end{pmatrix}$$

lässt sich daher in ein System von folgender Gestalt:

$$w_k + b_{kq} w_q = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots n)$$

bringen und also nach Art. IV entweder absolut oder mit beliebig grosser Annäherung in ganzen Zahlen w lösen.[1] Im ersteren Falle

[1] Dass jedes System linearer homogener Gleichungen sich in ganzen Zahlen mit beliebiger Annäherung lösen lässt, wenn die Anzahl der zu bestimmenden ganzen Zahlen grösser als die Stufenzahl des Coefficienten-Systems ist, kann auch direct, d. h. ohne das System umzuformen, bewiesen werden. Ich habe dies in meinen beiden, in den Comptes rendus der Pariser Akademie veröffentlichten Aufsätzen vom Januar 1883 und November 1884 gezeigt und darin überhaupt die näherungsweise Auflösung linearer Gleichungen eingehend behandelt. Aber der Nachweis der Möglichkeit einer solchen Auflösung ist schon von Hrn. HERMITE im 40. Bande, so wie implicite von RIEMANN im 71. Bande des Journals für Mathematik und von Hrn. WEIERSTRASS im Monatsbericht der Akademie vom November 1876, bei Behandlung der Frage der Anzahl der Periodensysteme, geführt worden. Diese Frage selbst wird in dem citirten WEIERSTRASS'schen Aufsatze für analytische Functionen in der Weise erledigt, dass eine Grenze für die Anzahl der zur Bildung aller Periodensysteme ausreichenden bestimmt wird, und zwar eben diejenige, welche sich oben als der Rang des gesammten Periodensystems erwiesen hat. In der RIEMANN'schen Entwickelung aber ist nur die Anzahl der Variabeln als Grenze für die Zahl der Periodensysteme nachgewiesen, und zwar eben nur in dem Falle, wo die Anzahl der Variabeln gleich dem Range des Periodensystems wird. Die anderen Fälle sind als »Ausnahmen« bei Seite gelassen, und am Schlusse des vierten Absatzes seines an Hrn. WEIERSTRASS gerichteten Schreibens hat sich RIEMANN mit der blossen Angabe »dass es folglich eine Function von weniger als n linearen Ausdrücken der Grössen x ist« begnügt, ohne die nähere Begründung der Conclusion hinzuzufügen.

lässt sich nach Art. VIII ein System von nur n Colonnen:

$$a^{0}_{ik} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots n \end{pmatrix}$$

finden, durch welche die $n+1$ Colonnen:

$$a_{ik} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots n, q \end{pmatrix}$$

linear mit ganzzahligen Coefficienten dargestellt werden können. Im letzteren Falle aber bilden die durch die Gleichungen:

$$\sum_k a_{ik} w_k = a_{i,q+1} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots n, q \end{pmatrix}$$

bestimmten Grössen $a_{i,q+1}$ eine neue, $(q+1)$te, Colonne, welche dem System hinzugefügt werden kann, und welche aus lauter Elementen besteht, deren absoluter Betrag beliebig klein ist. Setzt man nun, analog wie oben im Art. V:

$$x'_i = x_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{p,q+1}} x_p ,$$

wenn der absolute Betrag von $a_{p,q+1}$ von keinem der anderen Grössen derselben Colonne übertroffen wird, so schliesst man wie a. a. O., dass die Function $F(x_1, x_2, \ldots x_p)$ durch die angegebene Substitution von x_p unabhängig werden muss.

So lange noch mehr Colonnen, als die Stufenzahl angiebt, vorhanden sind, kann hiernach entweder die Anzahl der Colonnen oder die Anzahl der Variabeln, im letzteren Falle zugleich die Stufenzahl selbst, vermindert werden. Man muss also schliesslich zu einer Function gelangen, für welche in der That die Anzahl der Colonnen von Perioden, d. h. der Periodensysteme, mit der Stufenzahl des gesammten Periodensystems vollkommen übereinstimmt.

Umwandlung der Citronensäure in Pyridin-Verbindungen.

Von A. Behrmann und A. W. Hofmann.

Ausgangspunkt der im Folgenden niedergelegten Beobachtungen sind die Versuche über die Einwirkung des Broms in alkalischer Lösung auf Amide gewesen, welche der Eine[1] von uns während der letzten drei Jahre mehrfach zum Gegenstand von Mittheilungen an die Akademie sowie an die deutsche chemische Gesellschaft gemacht hat.

Diese Versuche haben sich bisher ausschliesslich mit den Amiden einbasischer Säuren beschäftigt. Die Umwandlungen, welche dieselben erleiden, mussten den Wunsch erwecken, die Amide auch mehrbasischer Säuren in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. In diesem Sinne sind denn auch die Amide der zugänglicheren zweibasischen Säuren, wie der Oxalsäure, Malonsäure und Bernsteinsäure, wiederholt in Angriff genommen worden. Allein die Ergebnisse dieser Versuche haben auch nicht entfernt den gehegten Erwartungen entsprochen: in den meisten Fällen erfolgte auf Zusatz einer alkalischen Bromlösung alsbald eine stürmische Stickstoffentwicklung, und man gelangte schliesslich zu Verbindungen, die keinen Stickstoff mehr enthielten, mithin aus dem Rahmen der beabsichtigten Untersuchung heraustraten.

Ganz ähnlich ist es uns bei dem Versuche ergangen, die Reaction an den Amiden der Citronensäure zu erproben. Bei der Einwirkung von Brom und Alkali auf das Citramid entwickelt sich Stickstoff in Strömen, und man stösst dann bei weiter fortgesetzter Einwirkung auf ähnliche Erscheinungen, wie sie Cahours[2] bei der Behandlung citronensaurer Salze mit Brom beobachtet hat.

Gelegentlich dieser Versuche waren jedoch die Amide der Citronensäure, welche man bisher noch sehr wenig studirt hat, und zumal das Citrotriamid in grösserer Menge dargestellt worden, und ein Paar Versuche gerade mit dem letztgenannten Körper führten bald zu Beobachtungen, welche werth schienen, weiter verfolgt zu werden.

---

[1] Hofmann, Mathem. u. naturwissensch. Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. 1882, 145 u. 191; Berichte der chem. Ges. XVII, 1406.

[2] Cahours, Ann. chim. phys. [3] XIX, 484.

Amide der Citronensäure.

Das *Citrotriamid* oder, wie wir es der Kürze halber nennen wollen, das *Citramid* ist bisher so gut wie unbekannt geblieben, was um so auffallender ist, als die entsprechende Anilinverbindung schon vor vielen Jahren von PEBAL[1] gelegentlich seiner schönen Arbeit über die Anilide der Citronensäure eingehend studirt worden ist. Über amidartige Derivate der Citronensäure liegen allerdings bereits Angaben von SARANDINAKI[2] und KÄMMERER[3] vor. Beide Forscher gingen bei ihren Versuchen von dem Äthyläther der Citronensäure aus, auf den sie das Ammoniak in alkoholischer Lösung einwirken liessen. Die einfachen, von der Theorie zunächst unzweifelhaft in Aussicht gestellten Amide der Citronensäure sind aber merkwürdiger Weise unter diesen Umständen weder von dem Einen noch von dem Anderen beobachtet worden. Möglich, dass sich der Äthyläther der Citronensäure, eine schwer destillirbare Flüssigkeit, nicht ganz leicht in reinem Zustande gewinnen lasse, oder dass die Einfachheit der Reaction durch die Gegenwart freien Alkohols beeinträchtigt werde. Thatsache ist, dass die von den oben genannten Forschern gewonnenen Verbindungen eine auffallende Zusammensetzung zeigen und theilweise auch durch ihre unliebsamen physikalischen Eigenschaften, — SARANDINAKI beschreibt sein Citramethan als ein amorphes, grünes, hygroskopisches Pulver. — die Besorgniss erwecken, es könnten nicht hinreichend scharf definirte Körper der Untersuchung unterworfen worden sein.

Jedenfalls schien es, angesichts dieser Beobachtungen, angezeigt, bei der Darstellung des Citramids von dem schön krystallisirten Citronensäure-Methyläther auszugehen und statt des alkoholischen wässeriges Ammoniak in Anwendung zu bringen.

Der *citronensaure Methyläther* ist zuerst von SAINT-EVRE[4] dargestellt und analysirt worden; er erhielt denselben in prismatischen Krystallen. Später hat sich DEMONDESIR[5] mit demselben beschäftigt; dieser Beobachter hat jedoch weder bezüglich der Darstellung noch bezüglich der Eigenschaften den Angaben SAINT-EVRE's wesentlich Neues hinzugefügt. Die ersten genaueren Mittheilungen über diesen Körper verdanken wir HUNÄUS[6], welcher den Schmelzpunkt zwischen 78.5 und 79°, den Siedepunkt (bei theilweiser Zersetzung) zwischen 283 und 287° angiebt.

[1] PEBAL, LIEB. Ann. LXXXII, 78.
[2] SARANDINAKI, Berichte der chem. Ges. V, 1101.
[3] KÄMMERER, Berichte der chem. Ges. VIII, 763.
[4] SAINT-EVRE, Compt. rend. XXI, 1441.
[5] DEMONDESIR, Compt. rend. XXXIII, 141.
[6] HUNÄUS, Berichte der chem. Gesellschaft IX, 1749.

Wir haben diesen Äther in grosser Menge nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellt, nämlich durch Einleiten von Salzsäure in eine Lösung von Citronensäure (1 Gew.-Th.) in reinem Methylalkohol (1 Gew.-Th.), bis das Gas nicht mehr absorbirt ward. Beim Erkalten der warmgewordenen Lösung schied sich der Äther in sehr schönen, prismatischen Krystallen ab, welche, da sie das Ausgangsmaterial für unsere Versuche bildeten, nochmals analysirt worden sind. Der Formel

$$C_6H_5O_4(OCH_3)_3$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch
C_9	108	46.15	46.12
H_{14}	14	5.98	6.18
O_7	112	47.87	—
	234	100.00.	

Die Ausbeute an Äther beträgt 80—85 Procent der Theorie. Die Mutterlauge liefert auf nochmaliges Einleiten von Salzsäuregas noch etwas Äther, allein es verlohnt sich kaum, ihn zu gewinnen.

Die bezüglich der Eigenschaften von Hunäus gemachten Angaben können wir bestätigen. Nur haben wir die von Hunäus betonte leichte Zersetzbarkeit des Äthers beim Kochen mit Wasser nicht beobachtet. Der Äther lässt sich sehr bequem aus siedendem Wasser umkrystallisiren, und selbst nach dreistündigem Kochen wurde bei einem besonderen Versuche beinahe die ganze Menge des angewendeten Äthers zurückgewonnen.

Das *Citramid* wurde zuerst von Demondesir[1] beobachtet, er erhielt es gelegentlich der bereits erwähnten Versuche über den Äther, welchen er behufs Darstellung des Amids mit alkoholischem Ammoniak behandelte. Er giebt nur an, dass es ein starrer Körper sei.

Wir haben das Amid durch Übergiessen von Citronensäure-Methyläther (1 Gew.-Th.) mit sehr starkem wässerigen Ammoniak (4—5 Gew.-Th.) bei gewöhnlicher Temperatur in reichlicher Menge gewonnen. In der Regel wurde die stärkste Ammoniakflüssigkeit von 0.88 Vol.-Gew., welche etwa 36 Procent Gas enthält, in Anwendung gebracht. Ammoniakflüssigkeit von grösserer Verdünnung, als dem Vol.-Gew. 0.91 entspricht, muss vermieden werden, weil in diesem Falle kein Citramid mehr erhalten würde. Lässt man die Flüssigkeit einige Stunden stehen, so sind die Krystalle des Äthers verschwunden, und bald darauf beginnt das Amid sich krystallinisch auszuscheiden. Mitunter erscheinen die Krystalle des letzteren bereits, ehe noch der Äther vollständig in

[1] A. o. a. O.

Lösung übergegangen ist. Wenn sich die Krystalle nicht weiter vermehren, werden sie abfiltrirt. Man erhält bei Anwendung starken Ammoniaks 50 bis 60 Procent der theoretischen Ausbeute, bei verdünnterem Ammoniak weit weniger. Die ausgeschiedenen Krystalle sind nahezu rein. Für die Analyse sind sie zuvor noch aus Wasser umkrystallisirt und dann bei 100° getrocknet worden. Der Formel

$$C_6H_5O_4(NH_2)_3$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch I.	Versuch II.	Versuch III.
C_6	72	38.10	38.22	—	—
H_{11}	11	5.82	6.02	—	—
N_3	42	22.22	—	22.60	22.02
O_4	64	33.86	—	—	—
	189	100.00.			

Nachdem sich der Methyläther durch die Einwirkung von wässerigem Ammoniak mit solcher Leichtigkeit in Citramid verwandelt hatte, war es, angesichts der Beobachtungen von Sarandinaki und von Kämmerer, von Interesse zu untersuchen, ob sich nicht auch bei Anwendung von alkoholischem Ammoniak das Citramid erhalten lasse. Der Methyläther geht in der That, wie man nicht anders erwarten konnte, auch bei Gegenwart von Alkohol in das Amid über. Die oben angeführte Stickstoffbestimmung III ist mit so gewonnenem Citramid ausgeführt worden. Bei Anwendung alkoholischen Ammoniaks erfolgt aber die Amidbildung ungleich langsamer, man muss die Mischung Wochen lang stehen lassen, und die Ausbeute ist stets weit geringer. Auch nimmt die Flüssigkeit an der Luft schnell eine grünliche Färbung an. Im zugeschmolzenen Rohr erhitzt, setzt die Mischung ein grünes, amorphes Pulver ab. Jedenfalls ist die Darstellung mit Hülfe des wässerigen Ammoniaks eine ungleich einfachere und ergiebigere.

Das Citramid ist in kaltem Wasser schwer, in heissem Wasser leicht löslich. 100 Gew.-Th. lösen bei 18° 2.7, bei 100° 33.3 Gew.-Th. Citramid. Von Alkohol, Äther und den übrigen neutralen Lösungsmitteln wird es nicht aufgenommen. Das Citramid lässt sich ohne Zersetzung bis auf 180—190° erhitzen; über 200° fängt es an, sich stark zu bräunen und ist bei 210—215° zu einer schwarzen Flüssigkeit geschmolzen. Durch Säuren und Alkalien erleidet das Citramid die den Amiden eigenthümliche Spaltung in Säure und Ammoniak. Unter gewissen Umständen erscheinen aber bei der Einwirkung von Säuren eigenthümliche Umbildungsproducte, auf welche wir weiter unten zurückkommen werden. Noch muss bemerkt werden, dass

man vergeblich versucht hat, durch Behandlung, sei es mit Acetylchlorid, sei es mit Essigsäureanhydrid, ein Acetylderivat des Amids zu erzeugen. Eine Quecksilberverbindung hat sich gleichfalls nicht erhalten lassen.

Es wurde bereits oben bemerkt, dass man selbst in günstigen Operationen nicht mehr als 50—60 Procent der theoretischen Ausbeute an Citramid erhalte. Es müssen also neben dem Citramid noch andere Verbindungen gebildet werden. Die Mutterlauge der Krystalle enthält in der That, wie dies auch Demondesir[1] bereits angedeutet hat, die Amidosäuren der Citronensäure. Sie waren aber bisher weder dargestellt noch näher untersucht worden. Ihre Isolirung gelingt, nicht ganz mühelos, auf folgende Weise:

Citrodiaminsäure. Die Mutterlauge des Citramids wird zur Consistenz eines Syrups eingedampft, wobei sie eine dunkle Farbe annimmt. Die concentrirte Flüssigkeit setzte selbst nach wochenlangem Stehen keine Krystalle ab. Wird sie aber mit gewöhnlicher Salpetersäure angesäuert und dann mit viel Alkohol und etwas Äther versetzt, so fallen Krystalle aus, welche man direct in Wasser auflösen und durch Wiederfällen mit Alkohol reinigen kann. Ist diese Operation nochmals wiederholt worden, so hat man schöne weisse, luftbeständige Blättchen erhalten, welche bei 158° schmelzen. Diese Krystalle sind in Wasser leicht löslich, die Lösung kann nicht zum Sieden erhitzt werden, ohne dass unter Ammoniakabspaltung Zersetzung eintritt; in Alkohol und Äther lösen sich die Krystalle kaum auf. Die Analyse der bei 100° getrockneten Verbindung zeigte, dass sie die Citrodiaminsäure

$$C_6H_5O_4(NH_2)_2OH$$

darstelle, welcher folgende Werthe entsprechen:

		Theorie	Versuch I.	II.	III.
C_6	72	37.89	37.83	—	—
H_{10}	10	5.26	5.27	—	—
N_2	28	14.74	—	14.37	14.86
O_5	80	42.11	—	—	—
	190	100.00.			

Die Zusammensetzung der Säure wurde durch die Analyse ihres Silbersalzes bestätigt. Versetzt man die Lösung des citrodiaminsauren Ammoniaks mit Silbernitrat, so setzt sich erst nach längerer Zeit ein krystallinisches Pulver ab, welches aber, einmal gebildet, schwer löslich

[1] A. o. a. O.

in Wasser ist. Bei 100° getrocknet liefert dieses Silbersalz 36.46 Procent Silber. Die Formel

$$C_6H_5O_4(NH_2)_2(OAg)$$

verlangt 36.37 Procent Silber.

Die übrigen Salze der Citrodiaminsäure, selbst das Bleisalz, sind löslich.

Citromonaminsäure. Sie kann in Gestalt ihres Silbersalzes isolirt werden. Zu dem Ende wird die syrupdicke Mutterlauge des Citramids, welche beim Abdampfen sauer geworden ist, mit Ammoniak und dann mit Silbernitrat versetzt. Bei dem Zusatz von Ammoniak muss das richtige Maass eingehalten werden. Hat man zu wenig zugefügt, so bilden sich pflasterartige, nicht leicht zu bearbeitende Niederschläge; zu viel Ammoniak verhindert jedwede Fällung. Ist die geeignete Menge getroffen worden, so entsteht ein gelblichweisser pulveriger Niederschlag, der schnell abfiltrit werden muss, damit nicht das sich langsamer ausscheidende Silbersalz der Diaminsäure mitfalle. Die Analyse des bei 100° getrockneten Pulvers zeigte, dass man es mit dem Silbersalze der Citromonaminsäure

$$C_6H_5O_4(NH_2)(OAg)_2$$

zu thun hatte, welchem folgende Werthe entsprechen:

	Theorie		Versuch			
			I.	II.	III.	IV.
C_6	72	17.78	17.46	—	—	—
H_7	7	1.73	2.00	–	—	—
N	14	3.46	—	3.75	—	—
O_6	96	23.70	—	—	—	—
Ag_2	216	53.33	—	—	53.20	53.01
	405	100.00.				

Die Isolirung der Citromonaminsäure bietet, ihrer grossen Zersetzlichkeit wegen, einige Schwierigkeit. Sie gelingt indessen, wenn man das Silbersalz, in Wasser suspendirt, mit Schwefelwasserstoff behandelt und die vom Schwefelsilber getrennte Flüssigkeit *in vacuo* verdampft. Auf dem Wasserbade würde man nichts anderes als Citronensäure und Ammoniak erhalten. Löst man den *in vacuo* gewonnenen festen Rückstand in wenig Alkohol und versetzt die Lösung vorsichtig mit Ligroïn, so erhält man Krystalle der Citromonaminsäure, welche, wie die Citronensäure, an der Luft feucht werden, während die Diaminsäure, wie bereits bemerkt, luftbeständig ist. Die Säure ist ausserordentlich löslich in Wasser, weniger in Alkohol, unlöslich in Äther und in Ligroïn. Der Schmelzpunkt liegt bei 138°. Zum Beweise, dass wirklich die dem Silbersalze entsprechende Säure

vorliege, wurde der Stickstoffgehalt der in *in vacuo* getrockneten Säure ermittelt. Es wurden 7.80 Procent Stickstoff gefunden. Die Formel

$$C_6H_5O_4(NH_2)(OH)_2$$

verlangt 7.33.

Wir haben die Citraminsäuren, da es uns zunächst auf das Citramid ankam, stets als Nebenproducte erhalten. Wollte man die Aminsäuren in grösserer Menge gewinnen, so brauchte man nur schwächeres Ammoniak in Anwendung zu bringen. Alsbald sinkt die Ausbeute an Citramid; die Mutterlaugen enthalten alsdann reichliche Mengen der Säuren.

Wenn sich die Citraminsäuren schon bei dem Erhitzen ihrer wässerigen Lösungen leicht in Ammoniak und Citronensäure spalten, so erfolgt diese Umsetzung durch Alkalien und Säuren noch viel schneller. Bei Einwirkung der letzteren entstehen aber ebenfalls unerwartete Umbildungsproducte, und zwar dieselben, welche auch bei dem Citramid beobachtet wurden.

Citrazinsäure. Versetzt man die wässerige Lösung des Citramids oder einer der Citraminsäuren mit Salzsäure und verdampft die Lösung auf dem Wasserbade zur Trockne, so bleibt, beim Auflösen des zurückgebildeten citronensauren Ammoniaks in Wasser, ein gelbliches, schwach krystallinisches Pulver zurück, welches, unlöslich in Wasser und verdünnten Säuren, von Alkalien leicht aufgenommen, mithin als Säure charakterisirt wird. Diese Lösungen, zumal die in Ammoniak, zeigen eine eigenthümlich blaue Fluorescenz. Auf die angegebene Weise erhät man jedoch nur eine äusserst geringe Menge, — nur etwa 5 Procent des angewandten Amids, — von der neuen Substanz. Viel besser ist die Ausbeute, wenn man das Citramid in starker Schwefelsäure löst und diese Lösung in Wasser giesst. Es kommt hierbei indessen wesentlich auf die Concentration der Säure an. Bei Anwendung von unverdünnter Schwefelsäure entsteht keine Spur der Verbindung; eine Säure, welche 70 bis 75 Procent Schwefelsäurehydrat enthält, wurde schliesslich am zweckdienlichsten befunden. Man übergiesst das Citramid mit dem vier- bis fünffachen Gewichte von dieser Säure und erhitzt die Mischung auf etwa 130°; es bildet sich schnell eine klare Lösung, welche nur wenig gefärbt ist. Bei etwas starkem Erwärmen tritt namentlich gegen Ende der Operation eine schwache Gasentwicklung auf. Lässt man die Schwefelsäurelösung nach dem Erkalten in das zwei- bis dreifache Volum kalten Wassers fliessen, so scheidet sich die neue Säure alsbald in Gestalt eines gelblichen Pulvers aus, welches nur mit Wasser gewaschen zu werden braucht, um ein nahezu reines chemisches Individuum darzustellen.

Man erkannte bald, dass es keineswegs nur das Citramid ist, welches dieses Verhalten zeigt. Die beiden oben erwähnten Citraminsäuren erleiden unter dem Einflusse der Schwefelsäure genau dieselbe Umbildung. Die Mutterlauge des Citramids lässt sich daher gleichfalls mit Vortheil auf die neue Säure verarbeiten. Ja man braucht, will man sich schnell grössere Mengen derselben verschaffen, das Amid gar nicht besonders zu isoliren. Es genügt für diesen Zweck, den Methyläther der Citronensäure einfach mit der gewöhnlichen Ammoniakflüssigkeit des Handels zu übergiessen, die Flüssigkeit nach Lösung des Äthers zur Consistenz eines Syrups einzudampfen und den Syrup alsdann in angegebener Weise mit Schwefelsäure zu behandeln, um nach dem Eingiessen der Lösung in Wasser reichliche Mengen der neuen Säure zu gewinnen. Auf diese Weise können leicht bis zu 25 Procent des angewendeten Aethers an Säure erhalten werden.

Angesichts dieser Ergebnisse lag es nahe, zu versuchen, ob sich die neue Verbindung nicht auch direct aus dem citronensauren Ammoniak darstellen lasse. Trocknes citronensaures Ammoniak in Schwefelsäure von der angegebenen Concentration gelöst, gab auf Zusatz von Wasser keine Fällung. Aber auch nachdem das Salz mehrere Stunden lang in geschlossener Röhre auf 200° erhitzt worden war, liessen sich durch ähnliche Behandlung nur braune, völlig armorphe Niederschläge erhalten, welche mit der aus den Amiden erhaltenen Substanz nichts gemein hatten. Es wurden indessen, namentlich bei Luftzutritt, die eigenthümlichen Blaufärbungen beobachtet, welche von Sabanin und Laskowsky[1] als charakteristisch für die Citronensäure bereits angegeben worden sind.

Die Reinigung der neuen Substanz bot keine Schwierigkeiten. Sie wurde nach dem Auswaschen mit Wasser zur Entfernung zufälliger Verunreinigungen in Ammoniak gelöst und nach dem Filtriren mit Salzsäure gefällt. Die Säure wurde auf diese Weise um einen Stich heller, liess sich aber nicht mehr als krystallinisch erkennen.

Die Säure enthält kein Krystallwasser, denn das vacuumtrockene Pulver verliert bei 100° nicht mehr an Gewicht. Die Elementaranalyse des Körpers führte zu der einfachen Formel

$$C_6H_5NO_4:$$

	Theorie		Versuch I.	Versuch II.	Versuch III.
C_6	72	46.45	46.28	46.18	—
H_5	5	3.23	3.56	3.46	—
N	14	9.03	—	—	9.36
O_4	64	41.29	—	—	—
	155	100.00.			

[1] Sabanin und Laskowsky, Fres. Zeitschr. XVII, 74.

Für die neue Säure schlagen wir zur Erleichterung der Beschreibung den Namen *Citrazinsäure* vor, welcher keinerlei Ansicht über ihre Constitution ausdrückt.

Die Bildung der Citrazinsäure aus den Amiden der Citronensäure erfolgt, indem sich aus dem Citramid (I) Ammoniak, aus der Citrodiaminsäure (II) Ammoniak und Wasser, und endlich aus der Monaminsäure (III) Wasser abspaltet:

$$C_6H_{11}N_3O_4 = C_6H_5NO_4 + 2H_3N \quad (I)$$
$$C_6H_{10}N_2O_5 = C_6H_5NO_4 + H_3N + H_2O \quad (II)$$
$$C_6H_9NO_6 = C_6H_5NO_4 + 2H_2O \quad (III)$$

Die Citrazinsäure ist in Wasser, selbst in siedendem, nur äusserst wenig löslich, aber doch noch eben hinreichend, um ihre saure Reaction deutlich erkennen zu lassen. Von den übrigen neutralen Lösungsmitteln wird sie ebenfalls nicht aufgenommen. In siedender, concentrirter Salzsäure löst sie sich, obwohl auch nur spärlich; beim Erkalten der Lösung fällt sie deutlich krystallinisch aus. Der Niederschlag besteht aus mikroskopischen Platten. Concentrirte Schwefelsäure löst sie beim Erwärmen; auf Wasserzusatz fällt sie unverändert aus, wie bereits bei Beschreibung der Darstellung bemerkt wurde. Mit grosser Leichtigkeit löst sich die Citrazinsäure in allen alkalischen Flüssigkeiten, zumal auch in den Carbonaten der Alkalien, deren Kohlensäure in diesem Falle unter Aufbrausen entweicht. Die Lösungen der Citrazinate färben sich an der Luft schnell bläulich mit einem Stich in's Grünliche. Besonders auffallend ist diese Erscheinung bei der ammoniakalischen Lösung, welche nach einiger Zeit die tiefblaue Farbe des Kupferoxydammoniaks annimmt. Auf Zusatz von Säuren oder Alkalien verschwindet die Färbung augenblicklich. Eine sehr charakteristische Reaction zeigt die Citrazinsäure mit den Nitriten. Wirft man ein Stäubchen der Säure in eine heisse, möglichst neutrale Lösung von Kalium- oder Natriumnitrit, so färbt sich die Flüssigkeit augenblicklich tiefblau; hatte man eine kalte Lösung angewendet, so zeigt sich die Färbung erst nach einigen Minuten. Die Färbung erhält sich geraume Zeit.

Die Citrazinsäure ist eine sehr stabile Verbindung; sie verträgt eine Temperatur von 275° ohne Zersetzung, bei Temperaturen über 300° verkohlt sie ohne zu schmelzen. Sie lässt sich mit den stärksten Alkalien Stunden lang im Sieden erhalten, ohne dass sich eine Spur von Ammoniak entwickelte. Ammoniak tritt selbst beim Schmelzen mit Alkalien nicht auf. Die Säure zerlegt sich in diesem Falle bei sehr starkem Erhitzen unter Bildung von Cyankalium; auch Oxalsäure wurde wahrgenommen. Salzsäure übt bei mässigen Temperaturen keine

Wirkung auf die Citrazinsäure; bei 250° wird sie unter Ammoniakabspaltung und Bildung humusartiger Materien vollständig zersetzt.

Salze der Citrazinsäure. Dieselben bieten nur wenig Charakteristisches. Die Salze der Alkalien sind sehr löslich, das Ammoniaksalz zerlegt sich beim Eindampfen unter Rückbildung der Säure. Das Baryum- und das Calciumsalz sind schwer lösliche weisse Niederschläge, welche, wenn die Fällung in warmen verdünnten Lösungen stattfindet, in feinen, nadelförmigen Krystallen erhalten werden. An der Luft nehmen alle diese Salze, besonders im feuchten Zustande, schnell eine blaue oder blaugrüne Färbung an. Das Bleisalz ist ein gelblicher, das Kupfersalz ein brauner, das Silbersalz ein zeisiggelber Niederschlag, welch' letzterer nach kurzer Zeit sich unter Schwärzung zersetzt. Die bei der Analyse erhaltenen Ergebnisse sind, in Folge der leichten Veränderlichkeit der Salze beim Trocknen, nur wenig befriedigend. Das Baryum- und das Calciumsalz, welche ihrer krystallinischen Beschaffenheit wegen für die Analyse noch am geeignetsten erschienen, gaben Werthe, welche auf die Formel

$$C_6H_3M^{II}NO_4$$

hindeuten. Es wurde aber stets ein Verlust an Baryum und Calcium beobachtet, welcher der Gegenwart von $^1/_2$ Mol. Wasser entsprechen würde. Die Analyse des bei 150° getrockneten Baryumsalzes lieferte 45.80 und 46.08 Procent Baryum. Das wasserfreie Baryumcitrazinat verlangt 47.24 Procent. Bei Gegenwart von $^1/_2$ Mol. Wasser berechnet sich der Baryumgehalt zu 45.82. In dem Calciumsalz, welches seiner grösseren Zersetzlichkeit wegen nur bei 100° getrocknet werden konnte, wurden 19.83, 19.70 und 20.09 Procent Calcium gefunden. Das wasserfreie Calciumsalz der Citrazinsäure enthält 20.78 Procent Calcium. Unter Annahme von $^1/_2$ Mol. Wasser berechnen sich 19.79 Procent. Obwohl diese Zahlen Vieles zu wünschen übrig lassen, so gestatten sie doch den Schluss, dass 2 Atome Wasserstoff in dem Molecul der Citrazinsäure durch Metall ersetzbar sind.

Alkylderivate der Citrazinsäure. Befriedigendere Ergebnisse wurden bei der Untersuchung der Äther erhalten. Die Säure in Methyl- oder Aethylalkohol vertheilt, löst sich bei Einleiten von Salzsäuregas auf. Beim Erkalten der warm gewordenen Lösungen krystallisiren die Aether zum Theile aus, der Rest wird durch Wasser gefällt.

Das *Methylderivat* der Säure bildet glänzende Blättchen, welche sich, über 220° erhitzt, unter Bräunung zersetzen. Ein Theil sublimirt unverändert. Die Verbindung ist nur wenig in Wasser, Alkohol und Äther löslich. Die Analyse der aus viel Alkohol umkrystallisirten Substanz führte zu der Formel:

$$C_7H_7NO_4 = C_6H_4(CH_3)NO_4.$$

		Theorie	Versuch
C_7	84	49.70	49.76
H_7	7	4.14	4.37
N	14	8.29	—
O_4	64	37.87	—
	169	100.00.	

Äthylderivat der Citrazinsäure. Dasselbe wurde genau so dargestellt wie die Methylverbindung, welcher es auch, was Eigenschaften und Zusammensetzung anlangt, vollkommen entspricht. Die Formel

$$C_8H_9NO_4 = C_6H_4(C_2H_5)NO_4$$

verlangt folgende Werthe:

		Theorie	Versuch	
C_8	96	52.46	52.34	—
H_9	9	4.91	4.98	—
N	14	7.65	—	7.72
O_4	64	34.98	—	—
	183	100.00.		

Die beiden Alkylverbindungen besitzen, wie man nicht anders erwarten konnte, noch saure Eigenschaften. Sie lösen sich in Ammoniak mit gelber Farbe und werden durch Säuren aus diesen Lösungen wieder gefällt. Die ammoniakalische Lösung giebt mit Metalllösungen ähnliche Niederschläge wie die Citrazinsäure selbst. Bei der Analyse dieser Salze wurden ebenfalls keine ganz einfachen Werthe erhalten. Sie scheinen indessen nach den Formeln

$$C_6H_3(CH_3)M^1NO_4 \text{ und } C_6H_3(C_2H_5)M^1O_4$$

zusammengesetzt zu sein. Indessen wurden auch hier wieder Zahlen gefunden, welche auf die Gegenwart von $^1/_2$ Mol. Wasser in den Salzen hindeuten.

Um die Zusammensetzung der Salze der Citrazinsäure sowohl als ihrer Äthersäuren endgültig festzustellen, sind weitere Versuche erforderlich.

Acetylderivat der Citrazinsäure. Ein solches entsteht schon, wenn man die Säure in kochendem Essigsäureanhydrid auflöst. Beim Erkalten scheidet sich die Verbindung krystallinisch aus. Da sie sich sowohl mit Wasser als mit Alkohol leicht unter Rückbildung der Säure zersetzt, so konnte sie nur durch Pressen gereinigt werden. Die zuerst *in vacuo*, dann längere Zeit bei 100° getrocknete Verbindung zeigte die Zusammensetzung einer Diacetylverbindung:

$$C_{10}H_9NO_6 = C_6H_3(C_2H_3O)NO_4.$$

		Theorie	Versuch
C_{10}	120	50.21	50.23
H_9	9	3.76	4.01
N	14	5.86	—
O_6	96	40.17	—
	239	100.00.	

Umwandlung der Citrazinsäure in Tricarballylsäure. Die Zusammensetzung der Citrazinsäure wird in erwünschter Weise durch die Umwandlung bestätigt, welche sie unter dem Einflusse von Reductionsmitteln erleidet. Wird diese Säure längere Zeit mit Zinn und Salzsäure gekocht, so löst sie sich langsam auf. Die entzinnte Lösung lieferte, stark eingedampft, krystallinische Krusten, welche vor der Analyse noch einmal aus Wasser umkrystallisirt wurden. Diese Krystalle stellen eine Säure dar, welche durch die Analyse sowohl als durch das Studium ihrer Eigenschaften mit der von Dessaignes[1] und Simpson[2] fast gleichzeitig aus der Aconitsäure beziehungsweise aus dem Allylcyanid dargestellten Tricarballylsäure identificirt wurde. Die Formel

$$C_6H_8O_6$$

verlangt folgende Werthe:

		Theorie	Versuch
C_6	72	40.91	40.76
H_8	8	4.55	4.77
O_6	96	54.54	—
	176	100.00	

Das Bleisalz der Säure, ein weisser amorpher Niederschlag, lieferte 63.85 Procent Blei; das tricarballylsaure Blei enthält 64.22 Procent.

Der Schmelzpunkt der Säure wurde bei 158° gefunden, wie er von Simpson und von Wichelhaus[3] (157°) beobachtet worden ist. Es soll indessen nicht unerwähnt bleiben, dass der Schmelzpunkt der wiederholt umkrystallisirten Säure neuerdings von Lippmann[4] zu 166° angegeben wird.

Der Übergang der Citrazinsäure in die Tricarballylsäure ist in der Gleichung:

$$C_6H_5NO_4 + 2H_2O + H2 = C_6H_8O_6 + H_3N$$

gegeben.

Die im Vorstehenden beschriebenen Versuche haben die Natur der Citrazinsäure nicht völlig klargestellt. Namentlich zeigen sich

---

[1] Dessaignes, Lieb. Ann. Suppl. II, 188.

[2] Simpson, Lieb. Ann. CXXVIII, 351.

[3] Wichelhaus, Lieb. Ann. CXXXII, 61.

[4] Lippmann, diese Berichte XII, 1649.

bei der Analyse der Salze Unregelmässigkeiten, welche noch nicht vollständig ergründet worden sind. Die Untersuchung der Säure soll desshalb auch noch weitergeführt werden. Immerhin machen es die bereits vorliegenden Ergebnisse, zumal wenn man gleichzeitig den leichten Übergang der Citrazinsäure in unzweifelhafte Pyridinverbindungen in's Auge fasst, welcher im Folgenden dargelegt werden soll, sehr wahrscheinlich, dass man es mit einer Dioxycarbonsäure des Pyridins

$$C_5H_2(OH)_2N.COOH$$

zu thun habe.

Mit dieser Auffassung stimmt die Zusammensetzung der Methyl- und Äthylverbindung, für welche man annehmen darf, dass die Alkylirung in der Carboxylgruppe stattgefunden hat. Weniger gut bequemen sich obiger Auffassung die Ergebnisse, welche bei der Analyse der Salze erhalten wurden. Auffallend bleibt es jedenfalls, dass man bis jetzt keine Salze

$$C_5H_2(OH)_2N.COOM^I \text{ und } C_5H_2(OM^I)_2COOM^I$$

gewonnen hat.

Bestätigt sich durch weitere Studien die Ansicht, dass in der Citrazinsäure eine Dioxypyridincarbonsäure vorliege, so wird man anzunehmen haben, dass die Ringbildung sich bei der Abspaltung des Ammoniaks aus dem Citramid unter dem Einflusse der Schwefelsäure vollzogen habe, wie sich dies durch folgendes Schema veranschaulichen lässt:

```
        Citramid                       Citrazinsäure
        CO.NH2                          CO.OH
          |                               |
          C                               C
        / | \                           /   \\
   H2C  OH  CH2                       HC     CH
    |         |                       ||      |
  H2NOC     CONH2                     HOC    COH
                                         \  //
                                          N
```

Diese für die Citrazinsäure gegebene graphische Formel enthält noch viel Hypothetisches. Die Hydroxylgruppen, welche hier zu der Carboxylgruppe in der Metastellung angenommen sind, könnten ebenso gut in der Orthostellung oder sogar die eine in der Meta-, die andere in der Orthostellung sich befinden. Wohl aber darf man durch die Genesis der Säure als festgestellt betrachten, dass der Stickstoff des Pyridinringes zu der Carboxylgruppe die Parastellung einnehme. Es knüpfen sich an diese Feststellung einige Consequenzen, welche für

die Auffassung der Pyridinverbindungen im Allgemeinen von Interesse sind, und auf die wir weiter unten zurückkommen werden.

Man kennt bereits eine Säure von der Zusammensetzung der Citrazinsäure. Es ist dies die von How[1] entdeckte Komenaminsäure, welche in letzter Zeit von Ost[2] mit schönen Erfolgen studirt worden ist. Einige Eigenschaften der Citrazinsäure erinnern in der That an die der Komenaminsäure, so z. B. die grosse Stabilität, welche, wie Ost, früheren Angaben entgegen, nachgewiesen hat, auch von der Komenaminsäure getheilt wird. Auch die Salze der beiden Säuren zeigen eine unverkennbare Ähnlichkeit. Man braucht aber die Eigenschaften beider Verbindungen nur etwas genauer mit einander zu vergleichen, um alsbald zu erkennen, dass hier nur Isomerie, nicht Identität vorliege. Die Komenaminsäure, obgleich ebenfalls schwer löslich in kaltem Wasser, lässt sich aus siedendem Wasser umkrystallisiren, aus dem sie mit 2 Mol. Krystallwasser anschiesst, während sich die Citrazinsäure unter keinerlei Umständen mit Wasser vereinigt. Ferner lösen sich die Komenaminsäure sowie ihre Äther leicht in Salzsäure, eine Fähigkeit, welche, wie bereits bemerkt, der Citrazinsäure und ihren Äthern abgeht. Noch verdient bemerkt zu werden, dass die Komenaminsäure mit Eisenchlorid eine blutrothe Reaction giebt, während die Citrazinsäure nur eine ganz unbedeutende Färbung zeigt. Endlich unterscheidet sich die Citrazinsäure auch durch das bereits oben erwähnte Verhalten zu den Nitriten von der Komenaminsäure. Wir verdanken der Güte des Hrn. Prof. Ost eine Probe reiner Komenaminsäure; sie zeigt mit den Nitriten keinerlei Blaufärbung.

Die Isomerie der Citrazinsäure mit der Komenaminsäure ist gleichwohl maassgebend für die Richtung gewesen, welche bei der Untersuchung der neuen Säure zunächst eingeschlagen worden ist.

Durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid verwandelt sich die Komenaminsäure in eine chlorirte Pyridincarbonsäure, und es schien von Interesse, einen vergleichenden Versuch mit der Citrazinsäure anzustellen. Es hat sich in der That ergeben, dass auch letztere ein ganz ähnliches Verhalten zeigt, dass sie gleichfalls in eine chlorirte Pyridincarbonsäure übergeht, welche aber mit der der Komenaminsäure entstammenden nicht identisch, sondern nur isomer ist.

Dichlorpyridincarbonsäure. Digerirt man die Citrazinsäure (1 Gew.-Th.) am Rückflusskühler längere Zeit mit Phosphorpentachlorid (5 Gew.-The.), welchem man, um die Masse zu verflüssigen, etwas Phosphoroxychlorid zugesetzt hat, so löst sich die Säure unter Salzsäureentwicke-

[1] How, Ann. Chem. Pharm. LXXX, 65.
[2] Ost, Journ. f. pr. Chem., N. F., XXVII, 257.

lung zu einer homogenen Flüssigkeit auf. Wird diese Flüssigkeit in Wasser gegossen, so scheidet sich ein schweres Öl von stechendem Geruch aus, welches sich bei längerer Berührung mit Wasser in Citrazinsäure zurückverwandelt, also wohl das Chlorid der Säure enthalten dürfte.

Eine tiefere Umbildung erleidet die Säure, wenn man die Mischung derselben mit Pentachlorid und Oxychlorid im geschlossenen Rohr drei bis vier Stunden lang auf 250° erhitzt. Beim Öffnen des Rohrs entweicht Salzsäure in Strömen. Wird der flüssige Röhreninhalt gelinde erwärmt, bis sich das Phosphoroxychlorid verflüchtigt hat, so bleibt ein stechend riechendes Öl zurück, welches bei der Behandlung mit viel siedendem Wasser zum grössten Theil aufgelöst wird. Leitet man durch die siedende Flüssigkeit überdies Wasserdampf, so verflüchtigen sich kleine Mengen eines Öls von scharfem Geruch, aus dem sich gelegentlich Krystallnadeln absetzen. Aus dem filtrirten Kolbeninhalt schiesst beim Erkalten eine reichliche Krystallisation gelblicher Blättchen an, welche, ein paar Mal aus Wasser oder besser verdünntem Alkohol umkrystallisirt, farblos werden.

Die Krystalle zeigen den constanten Schmelzpunkt 210°; bei höherer Temperatur sublimirt ein Theil, indem die grössere Menge verkohlt. Die Krystalle lösen sich schwer in kaltem, leichter, aber doch nur wenig, in siedendem Wasser, mässig in kaltem, reichlich in siedendem Alkohol, ausserordentlich leicht in Äther; unlöslich in Salzsäure, lösen sie sich bei gelindem Erwärmen in concentrirter Schwefelsäure und werden daraus durch Wasser unverändert gefällt. Endlich lösen sie sich leicht in allen alkalischen Flüssigkeiten, aus denen sie durch Salzsäure niedergeschlagen und somit als Säure erkannt werden. Die Krystalle können bei 100° ohne Verlust getrocknet werden. Auch mit Wasserdampf lässt sich der Körper nicht verflüchtigen. Die oben erwähnten Krystalle, welche sich aus dem Destillate abgesetzt hatten, sind allerdings durch eine Schmelzpunktbestimmung mit der Säure identificirt worden. Aber diese Krystalle sind offenbar in Form des Säurechlorids übergegangen, aus welchem sich bei der Berührung mit Wasser die Säure zurückgebildet hat. Das neben den Krystallen in dem Destillate auftretende Öl ist, wie eine Chlorbestimmung (63.36 Procent) ergeben hat, sehr reich an Chlor; es ist nicht näher untersucht worden.

Bei der Analyse, für welche die neue Säure bei 100° getrocknet wurde, gab sie sich als eine Dichlorpyridincarbonsäure,

$$C_6H_3Cl_2NO_2 = C_5H_2Cl_2N.COOH,$$

zu erkennen:

		Theorie	Versuch	
C_6	72	37.50	37.52	—
H_3	3	1.56	1.83	—
Cl_2	71	36.98	—	36.70
N	14	7.29	—	—
O_2	32	16.67	—	—
	192	100.00.		

Mit Silbernitrat liefert das Ammoniaksalz dieser Säure einen weissen Niederschlag, welcher aus viel siedendem Wasser in prachtvollen, farblosen Nadeln erhalten wird. In dem *in vacuo* getrockneten Silbersalze wurden 35.86 Procent Silber gefunden. Das Silbersalz

$$C_5H_2Cl_2N.COOAg$$

verlangt 36.12 Procent.

Die Bildung der chlorirten Säure aus der Citrazinsäure ist leicht verständlich, wenn man letztere, im Sinne der bereits oben gegebenen Andeutungen, als eine Dioxypyridincarbonsäure auffassen darf. Man hat dann die Gleichung

$$C_5H_2(OH)_2N.COOH + 2PCl_5 = C_5H_2Cl_2N.COOH + 2PCl_3O + 2HCl.$$

Die aus der Citrazinsäure entstehende gechlorte Säure ist isomer mit der von Ost aus der Komenaminsäure in ähnlicher Weise gewonnenen. Dass beide Säuren nicht identisch sind, erhellt alsbald aus der Vergleichung ihrer Eigenschaften. Unsere Säure krystallisirt stets wasserfrei, während die Ost'sche mit 1 Mol. Wasser anschiesst. Der Schmelzpunkt der letzteren liegt bei 180°, während die Säure aus der Citrazinsäure erst bei 210° schmilzt. Erstere verflüchtigt sich überdies mit Wasserdämpfen, eine Eigenschaft, welche dem Citrazinsäure-Abkömmling abgeht. Am unzweideutigsten aber stellt sich die Verschiedenheit beider Säuren heraus, wenn sie der Einwirkung der Jodwasserstoffsäure unterworfen werden.

Umwandlung der Dichlorpyridincarbonsäure in Pyridincarbonsäure. Erhitzt man die chlorirte Säure (1 Gew.-Th.) mit stärkster Jodwasserstoffsäure (5 Gew.-The.) im geschlossenen Rohr drei bis vier Stunden lang auf eine Temperatur von 170°—180°, so ist das Hauptproduct eine chlorfreie Säure. Die Digestionsröhren enthalten kein gespanntes Gas, in der Flüssigkeit hat eine reichliche Ausscheidung von Jodkrystallen stattgefunden. Man versetzt den Röhreninhalt mit Wasser und erhitzt längere Zeit zum Sieden, um das Jod und die noch vorhandene Jodwasserstoffsäure möglichst zu entfernen. Wird die filtrirte Flüssigkeit nunmehr vorsichtig mit Ammoniak versetzt, so scheiden sich braun gefärbte Krystalle aus, welche sich in überschüssig zugefügtem Ammoniak wieder auflösen würden. Man reinigt die Kry-

stalle am bequemsten durch Sublimation. Beim langsamen Erhitzen der abgepressten Krystalle entweicht zuerst noch etwas Jod, alsdann sublimirt die Säure in weissen lockeren Flittern, welche sich in Form eines Krystallkranzes in dem oberen Theile der Schale anlegen. Die Krystallflitter werden zur vollständigen Reinigung nochmals aus siedendem Wasser umkrystallisirt.

Die Analyse der bei 100° getrockneten Substanz zeigt, dass ein einfacher Ersatz des Chlors durch Wasserstoff stattgefunden hat. Der Formel

$$C_6H_5NO_2 = C_5H_4N.COOH$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch
C_6	72	58.54	58.48
H_5	5	4.07	4.24
N	14	11.38	—
O_2	32	26.01	—
	123	100.00.	

Die Säure ist schwer löslich in kaltem, leichter in heissem Wasser; in Alkohol, selbst siedendem, sowie in Äther ist sie nur wenig löslich. Das Ammoniaksalz und die Salze der Alkalien sind löslich; sie bildet ein unlösliches Silbersalz, welches, zunächst ein flockiger Niederschlag, beim Erwärmen krystallinisch wird. Das Kupfersalz ist ein blaugrüner, erkennbar krystallinischer Niederschlag.

Die Säure löst sich als Pyridincarbonsäure auch in Salzsäure; diese Lösung giebt mit concentrirtem Platinchlorid ein in dicken Prismen krystallisirendes orangegelbes Platinsalz. Die Formel

$$2(C_5H_4N.COOH.HCl)PtCl_4 + 2H_2O$$

erheischt 28.38 Procent Platin; gefunden wurden 28.01 Procent. Die beiden Wassermolecule entweichen beim Erwärmen auf 130°. Der berechnete Wasserverlust ist 5.19, der gefundene 5.23 Procent.

Dass die Säure sublimirbar sei, wurde bereits angegeben; sie hinterlässt keinen Rückstand. In der Luft erwärmt, verflüchtigt sie sich ohne zu schmelzen, wird sie aber im zugeschmolzenen Röhrchen erhitzt, so schmilzt sie bei 306°. Dieser Schmelzpunkt charakterisirt den Körper unzweifelhaft als die von SKRAUP[1], WEIDEL[2] und Anderen studirte, bisher mit dem Namen γ-Pyridincarbonsäure oder auch wohl Isonicotinsäure bezeichnete Verbindung. SKRAUP giebt den Schmelzpunkt der γ-Pyridincarbonsäure zu 305°, WEIDEL den der

[1] SKRAUP, Berichte der chem. Ges. XII, 2332.
[2] WEIDEL, Monatshefte I, 41,

Isonicotinsäure zu 309.5° an. Die von Weidel[1] aufgefundene, aus α-Picolin entstehende Picolinsäure (α-Pyridincarbonsäure) schmilzt bei 134—136°, die zunächst aus Nicotin dargestellte, von Huber[2], Weidel[3] und Laiblin[4] untersuchte Nicotinsäure (β-Pyridincarbonsäure) schmilzt bei 225°. Die von Ost aus Komenaminsäure erhaltene Carbonsäure ist durch die Bestimmung ihres Schmelzpunktes unzweifelhaft mit der Picolinsäure identificirt worden, von der aus der Citrazinsäure entstehenden mithin absolut verschieden.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass unsere Pyridincarbonsäure auch in allen übrigen Eigenschaften, — soweit dieselben bekannt sind, — mit der Isonicotinsäure übereinstimmt. Wie bereits oben angedeutet worden ist, lässt die Bildung der Citrazinsäure aus der Citronensäure schliessen, dass in ersterer Stickstoff und Carboxylgruppe die Parastellung zu einander einnehmen. Dieselbe Stellung muss begreiflicher Weise auch für die der Citrazinsäure entstammenden Abkömmlinge gelten, und es ist somit ein weiterer Beweis erbracht, dass die Isonicotinsäure als die Parapyridincarbonsäure aufgefasst werden muss.

Reduction der Paradichlorpyridincarbonsäure zu Parapicolin. Bei einigen Reductionen der chlorirten Säure wurde unter Beibehaltung aller übrigen Versuchsbedingungen der Mischung etwas gewöhnlicher Phosphor zugesetzt. In diesen Fällen waren die beobachteten Erscheinungen andere. Die Digestionsröhren, aus denen beim Öffnen ein gespanntes Gas entwich, enthielten eine farblose oder schwach gelb gefärbte, stark saure Flüssigkeit, welche auf Zusatz eines Alkalis den Geruch einer Pyridinbase zu erkennen gab. Zur Abscheidung derselben wurde durch die mit Alkali übersättigte Flüssigkeit ein Strom Wasserdampf geleitet und das stark alkalisch reagirende Destillat mit Salzsäure zur Syrupconsistenz eingedampft. Zusatz von Alkali zu diesem Syrup setzte eine farblose Base in Freiheit, welche, mit dem Scheidetrichter abgehoben und über Kalihydrat entwässert, den constanten Siedepunkt 142—144° zeigte. Die Reduction hatte sich offenbar auf die Carboxylgruppe erstreckt, und statt der Parapyridincarbonsäure war methylirtes Pyridin, d. h. Picolin und zwar Parapicolin, entstanden. Die Analyse des schönen, ziemlich schwer löslichen, in vierseitigen Blättchen krystallisirenden Platinsalzes liess in dieser Beziehung keinen Zweifel. Das *in vacuo* getrocknete Salz verlor, auf 140° erhitzt, nichts an Gewicht.

---

[1] Weidel, Berichte der chem. Ges. XII, 1992.
[2] Huber, Lieb. Ann. CXLI, 277.
[3] Laiblin, Lieb. Ann. CXCVI, 134.
[4] Weidel, Lieb. Ann. CLXV, 130.

Der Formel

$$C_{12}H_{16}N_2PtCl_6 = 2(C_5H_4(CH_3)N.HCl)PtCl_4$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch	
C_{12}	144	24.08	24.37	—
H_{16}	16	2.68	3.20	—
N_2	28	4.68	—	—
Pt	197	32.94	—	32.85
Cl_6	213	35.62	—	—
	398	100.00.		

Wird das Parapicolin vorsichtig mit Kaliumpermanganat oxydirt, so entsteht wieder die bei 300° schmelzende Parapyridincarbonsäure.

Bemerkenswerth ist die Verschiedenheit der Ergebnisse, welche bei der Einwirkung des Jodwasserstoffs auf die Dichlorpyridincarbonsäure bei Abwesenheit und bei Gegenwart von Phosphor erhalten wurden. Während sich im ersten Falle einfach Wasserstoff dem Chlor substituirt, wird im letzteren die Carboxylgruppe zur Methylgruppe reducirt. Derartige Reductionen sind von BERTHELOT[1] bereits mehrfach beobachtet worden, z. B. auch bei der Benzoësäure, welche dabei in Toluol überging. Die Temperaturen, bei welchen BERTHELOT arbeitete, waren aber um 100° höher als diejenige, bei welcher sich die Umwandlung der in erster Linie gebildeten Parapyridincarbonsäure in Methylpyridin vollzieht.

Noch soll nicht unerwähnt bleiben, dass Versuche, durch directe Behandlung der Citrazinsäure mit Jodwasserstoffsäure zu Pyridinderivaten zu gelangen, ohne Erfolg geblieben sind. Der Stickstoff tritt sofort als Ammoniak aus.

Die eigenthümliche Umbildung, welche die Amide der Citronensäure unter dem Einflusse der Schwefelsäure erleiden, hat uns veranlasst, das Verhalten der Amide anderer mehrbasischer Säuren der aliphatischen Reihe in ähnlicher Richtung zu studiren. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden wir der Akademie in einer späteren Mittheilung vorlegen.

[1] BERTHELOT, Bull. soc. chim. de Paris 1868, I. 96.

Ausgegeben am 27. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.
XLVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

20. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Tobler las Beiträge zur französischen Grammatik.

Ausgegeben am 27. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.
XLVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

27. November. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Conze legte eine Mittheilung des Hrn. Richard Bohn über den Tempel des Dionysos zu Pergamon vor. Die Mittheilung wird in den Abhandlungen erscheinen.

2. Hr. Schwendener legte eine Mittheilung von Hrn. Dr. Max Westermaier vor: Untersuchungen über die Bedeutung todter Röhren und lebender Zellen für die Wasserbewegung in der Pflanze. Die Mittheilung findet sich umstehend.

3. Hr. von Sybel las Fortsetzung und Schluss seiner am 30. October begonnenen Mittheilung über Preussens deutsche Politik im Anfang des Jahres 1849.

4. Von dem correspondirenden Mitgliede der Akademie, Hrn. G. Wiedemann in Leipzig, lag dessen mit akademischen Mitteln ausgeführte Bestimmung des Ohm vor. Dieselbe wird in den Abhandlungen erscheinen.

5. Hr. Weierstrass überreichte den 3. Band von C. G. J. Jacobi's gesammelten Werken (Berlin, Druck und Verlag von Georg Reimer. 1884. 4.).



Untersuchungen über die Bedeutung todter Röhren und lebender Zellen für die Wasserbewegung in der Pflanze.

Von Dr. M. Westermaier.

Hierzu Taf. XIII.

Immer festeren Boden gewinnt in neuester Zeit die Ansicht, dass der Wasserbedarf der Pflanze bis in die Spitzen der höchsten baumartigen Gewächse hinauf zunächst aus dem Vorrath gedeckt wird, welcher in den Gefässen und Tracheïden enthalten ist, und dass diese Elemente zugleich als Reservoire und als Leitungen fungiren. Diese mehr und mehr sich Bahn brechende Vorstellung wird um so früher zur feststehenden Lehre in der Gewebephysiologie werden, je mehr sich die Zahl der bestehenden anatomisch-physiologischen Wechselbeziehungen häuft.

Nachdem ich in einer früheren Publication[1] dem lebenden Parenchym des Xylems eine entscheidende Bedeutung für die Wasserbewegung zugeschrieben habe, liegt es mir natürlich nahe, bei Weiterverfolgung dieser Fragen für die dort vertretene Ansicht neue Stützen beizubringen. Es handelt sich hiebei hauptsächlich um folgende zwei Sätze:

I. Die anatomische Thatsache des vielfachen Contacts zwischen dem parenchymatischen und dem Gefässsystem hat ihre vorzüglichste Bedeutung darin, dass die vereinte Thätigkeit beider Systeme die Wasserbewegung bewerkstelligt, nicht aber die isolirte Thätigkeit eines dieser Systeme.

II. Das lebende Parenchym vermag für sich allein durch Saugung von Zelle zu Zelle Wasser nur geringe Strecken weit nach oben zu befördern.

Nach den zwei eben bezeichneten Richtungen hin bewegen sich auch die hier mitgetheilten Untersuchungen.

[1] Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft. Bd. I. S. 373.

I. Physiologische Bedeutung intercellularer Gänge im Xylem von Equisetum hiemale und einiger Monokotylen.

Wenn wirklich die Hauptrolle der Gefässe in der Function der Wasserleitung zu erblicken ist, und wenn insbesondere die so innige anatomische Beziehung der Gefässe und Tracheïden zu den lebenden Zellen für diese Function von grösstem Gewicht ist, so kann die Frage mit Recht aufgeworfen werden, ob die intercellularen Gänge im Xylem mancher *Monokotylen* und der *Equiseten* in ähnlicher Weise wie die Gefässe fungiren (d. h. also wenigstens zeitweise Wasser führen); denn die genannten Kanäle (bisher als Luftgänge angesehen) stellen nicht bloss wie die Gefässe todte Röhren im Gefässbündel dar, sondern sind auch ähnlich den Gefässen von zartwandigen Zellen begleitet, ja mehr oder minder umhüllt. Entspricht nun dieser anatomischen Analogie auch eine physiologische? Wir werden sehen, dass zwischen den beiderlei todten Kanälen, den Gefässen einerseits, den Gängen anderseits auch in physiologischer Hinsicht Parallelismus besteht.

Es liess sich der jedenfalls zeitweilige Wassergehalt dieser Intercellulargänge in einer Reihe von Fällen constatiren. Die Methode der Beobachtung war folgende. Dicke Querschnitte der betreffenden Pflanzentheile wurden ohne Medium und ohne Deckglas sofort nach ihrer Anfertigung auf dem Objectträger in Luft bei mässiger Vergrösserung mikroskopisch untersucht. Das allmählich verdunstende Wasser macht dann unter den Augen des Beobachters der auftretenden Luft Platz. — Die in Rede stehenden Gänge liegen bekanntlich unmittelbar in der Nachbarschaft der primordialen Gefässe.

Es wurden näher untersucht *Equisetum hiemale* (Stamm), *Sagittaria sagittaefolia* (Blattstiel), *Butomus umbellatus* (Blatt), *Alisma Plantago* (Blattstiel), *Heleocharis palustris* (Halm), *Scirpus silvaticus* (Halm), *Acorus Calamus* (Blatt). Während die erste Pflanze der hier aufgeführten Reihe die Erscheinung am leichtesten und reichlichsten darbietet, sah ich dieselbe bei *Acorus Calamus* nur sehr selten und nur localisirt, d. h. an einzelnen Stellen der untersuchten Blätter. Für sich allein müsste ich diese Beobachtung an *Acorus* als unsicher bezeichnen. Das Material an *Acorus*-Blättern lieferte mir, das muss ich jedoch beifügen, ein nur wenige Quadratmeter grosses Bassin im Berliner Universitätsgarten. Die Annahme ist begründet, dass die Pflanze hier einen verhältnissmässig wasserarmen Standort inne hat; zur Verhinderung gänzlichen Austrocknens wird nämlich von Zeit zu Zeit Wasser eingegossen; ein solches Bassin kann also mit einem nie austrocknenden Teich nicht ohne Weiteres gleichgestellt werden.

Die Pflanzentheile, um die es sich hier handelt, sind nach Obigem nicht allenfalls untergetauchte Organe, sondern gehören theils Landpflanzen an *(Equisetum hiemale)*, theils sind es in der Luft vegetirende Organe von Wasser- und Sumpfgewächsen. de Bary's Bemerkung,[1] dass in ähnlichen Gängen gewisser submerser Pflanzentheile Wasser enthalten sei, wird sicherlich richtig sein; wenn hingegen ebendort für die anderen und also hier vornehmlich zu behandelnden Fälle schlechthin Luft als Inhalt der betreffenden Gänge hingestellt wird, so muss ich dieser Angabe entgegentreten.

Ich beginne mit *Equisetum hiemale*. Dieser Fall ist nämlich nicht bloss für die vorliegende Frage verwerthbar, sondern verdient auch in seinem Verhältniss zu einem anderen Gewebesystem, nämlich zur Schutzscheide, unser Interesse.

Die sogenannten »Carinalhöhlen« bei *Equisetum hiemale* wurden an frischen Trieben von etwa 15^{cm} Länge und darüber Ende Mai und Anfangs Juni d. J. vielfach wasserführend gefunden. Nicht bloss auf dicken Querschnitten, sondern auch auf einem Längsschnitt sah ich allmälig Luft eindringen. Der Intercellulargang, welcher einen erheblichen Theil des Leitbündels ausmacht, ist von zartwandigen Zellen umgeben. An seinem Rande findet sich da und dort ein oder das andere primordiale Gefäss. Lenken wir nun den beobachtenden Blick von der so einfachen Thatsache des Wassergehalts jenes Kanals hinweg auf seine anatomische Umgebung (s. Fig. 5), so begegnet uns die Caspary'sche Schutzscheide, eine äussere und eine innere: insbesonders letztere soll uns beschäftigen. Durch Schwendener's Arbeit »Über die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen«[2] ist uns die mechanische Bedeutung dieses Gewebesystems zur Kenntniss gekommen. Aus dem angeführten Werke folgt die Berechtigung zu einer physiologischen Parallele zwischen den Belegen aus mechanischen Zellen an der Aussenseite des Leptoms, sowie an zartwandigem Holzparenchym an der Innenseite mancher Gefässbündel einerseits, und den einfachen oder durch Aussenscheiden verstärkten Schutzscheidenumhüllungen anderseits. Zuzugeben ist allerdings, dass eine vollkommen befriedigende Aufklärung bezüglich der Bedeutung jener Localbelege, sowie der isolirten Baststränge noch nicht vorliegt.

Nimmt man nun noch die von Pfitzer in seiner Arbeit »Über die Schutzscheide der deutschen *Equisetaceen*[3] mitgetheilte Thatsache hinzu, dass auch in dieser Pflanzengruppe die dünnwandige Schutzscheide und zwar besonders die Innenscheide eine mechanische Ver-

---

[1] Vergleichende Anatomie S. 340.

[2] Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin 1882.

[3] Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VI.

stärkung durch dickwandige (braune) Zellen erhalten kann,[1] so erscheint durch den Nachweis des Wassergehalts die Bedeutung der Schutzscheide, die sich zwischen Markhöhlung und dem intercellularen Leitbündelkanal hinzieht, in noch hellerem Licht. So lange man nämlich den Gang im Gefässbündel, der nur durch wenige Zellschichten von der Markhöhlung geschieden ist, als Luftkanal ansprach, stützte sich die Deutung der den Kanal umgebenden Zellen als zartwandiges Holzparenchym vorzugsweise auf das topographische Moment, dass diese Zellen den Primordialgefässen benachbart liegen. Kann nun aber, wie wir sahen, dem Kanal vollends ein ähnliches Verhalten, wie den Gefässen, nämlich abwechselnder Wasser- und Luftgehalt, zugeschrieben werden, so liegt auch die Holzparenchymnatur jener Zellen klarer vor Augen. Somit kann die Analogie zwischen dem Schutzscheidenbeleg und einem beliebigen Beleg aus mechanischen Zellen, welcher zartwandiges Holzparenchym an der Innenseite eines Gefässbündels begleitet, in begründeter Weise aufgestellt werden. Nachdem wir nämlich annehmen müssen, dass die Zellen, welche die »Carinalhöhlen« umgeben, in den Kanal hinein zu Zeiten Wasser filtriren lassen, gleichwie Holzparenchym in die Lumina der Gefässe, so liegt auch die Annahme von Dimensionsänderungen der den Gang begrenzenden Zellen und ihrer Umgebung in Folge von Wasserabgabe und Wasseraufnahme sehr nahe.

An den Nachweis von Flüssigkeit in den »Carinalhöhlen« schliesse ich die Mittheilung einer weiteren Thatsache an, die, soweit mir bekannt, noch nicht hervorgehoben wurde. In den überwinternden Schäften von *Equisetum hiemale* ist auch in der Markhöhlung zeitweise Wasser vorhanden, und zwar beobachtete ich diese Erscheinung in den zwei letzten Winterperioden. Manche Internodien sind ganz mit Flüssigkeit erfüllt. Es hatte sogar den Anschein, als ob dieselbe unter einem gewissen höheren Drucke stehe; denn hie und da spritzt aus einer Stichwunde, die man seitlich am Internodium mit einer Nadel anbringt, eine kleine Menge Flüssigkeit hervor.[2]

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass bei *Equisetum pratense* und *E. silvaticum*, wo eine Caspary'sche Scheide auf der Innenseite der Bündel im Halm fehlt, eine mit etwas verdickten Zellwänden ver-

---

[1] S. Fig. 3 und 4, Taf. XVIII. Pringsheim's Jahrb. Bd. VI. Die betreffenden Figuren gehören zum Rhizom von *Equisetum silvaticum*.

[2] Gütiger Mittheilung des Hrn. Dr. Potonié zufolge bin ich in der Lage, zu bemerken, dass Wassergehalt in der Markhöhlung von ihm gelegentlich bei *Equisetum pratense*, ausserdem bei *Equisetum Telmateja* beobachtet wurde. Die in Rede stehende Erscheinung ist also nicht bloss auf eine Art beschränkt, und ich füge hinzu, auch nicht auf den Winter; denn die eben erwähnten Beobachtungen wurden im Frühjahr oder Sommer gemacht.

sehene Schicht hufeisenförmig Flanke und Innenseite des Leitbündels umzieht, und so offenbar die Function der Schutzscheide übernimmt. Vom Intercellulargang und zwar von seiner dem Mark zugekehrten Seite ist auch diese verdickte Zellschicht wie sonst die Schutzscheide durch eine Lage dünnwandiger Zellen getrennt.

Der Kernpunkt unserer bisherigen Betrachtung liegt sowohl bei dem besprochenen Falle von *Equisetum hiemale*, wie bei den zunächst folgenden kurz anzuführenden Beispielen in dem Nachweis, dass die betreffenden Intercellulargänge des Xylems mit den sie umhüllenden dünnwandigen Zellen anatomisch und physiologisch Analoga der Gefässe mit dem sie begleitenden Parenchym sind.

Wir gehen zu einer anderen Pflanze über, nämlich zu *Sagittaria sagittaefolia*. Zur Untersuchung dienten die inneren Bündel des Blattstiels, deren eines in Fig. 3 theilweise abgebildet ist. In dem grossen Intercellulargang (W) wurde Wasser nachgewiesen. Dieser Fall schliesst sich am engsten an *Equisetum* an: zunächst vergleichbar ist das anatomische Verhalten der Mestomstränge von *Equisetum limosum*. Im letzteren wie im vorliegenden Falle umschliesst eine CASPARY'sche Schutzscheide das gesammte Leitbündel. Dort ähnlich wie hier liegen zwischen Schutzscheide und Intercellularkanal auf der Xylemseite des Bündels ein bis zwei Zellschichten, welche ich in allen diesen Fällen als Holzparenchym anspreche. (Bei *Alisma Plantago* z. B. zeigten die Zellen in der Peripherie des Kanals im Längsschnitt des Blattstieles zahlreiche horizontale, sowie schwach geneigte Querwände.)

Lehrreich ist ferner der Vergleich eines dieser inneren Bündel von *Sagittaria sagittaefolia* mit gewissen Fibrovasal-Strängen an der Peripherie des Blattstiels. Unter letzteren sind grössere und kleinere zu unterscheiden. Von den grösseren hat das eine oder andere sowohl aussen als innen einen Bastbeleg. Die Elemente des innenseitigen Bastbeleges, der ein- bis zweischichtig ist, entsprechen an den in Rede stehenden Bündeln genau den dünnwandigen Schutzscheidezellen bei den inneren Bündeln: zwischen innenseitigem Beleg und Intercellularkanal liegen eine bis zwei Schichten der dünnwandigen Zellen.

Die Analogie zwischen Gefässen und den fraglichen Gängen lässt sich noch weiter führen. Gleichwie es neben Gefässen, die rings von Holzparenchym umgeben sind, auch zahlreiche Fälle gibt, in welchen Gefässe nur mit einem Theil ihrer Wand an lebende Zellen stossen, so treten auch an die besagten Kanäle manchmal einige mechanische Zellen heran. Diesen Fall zeigt uns Fig. 2, welche eine Gefässbündelpartie aus dem Halm von *Heleocharis palustris* darstellt. Während hier ferner der innenseitige Beleg von mechanischen Zellen ein continuirlicher ist, sehen wir in Fig. 1 (*Butomus umbellatus*, Blattstiel) an

der Hadromseite einen unterbrochenen Stereombeleg. In beiden Fällen ist Wasser im intercellularen Gange beobachtet worden.

Der intercellulare Bündelcanal von *Acorus Calamus* (Blatt) ist, soweit er nicht an Gefässe oder gefässartige Elemente grenzt, von lauter dünnwandigen Zellen umgeben (Fig. 4).

II. Über die Wanderung des Wassers im lebenden Parenchym von Zelle zu Zelle.

Der leitende Gedanke, der mich dazu führte, bei einer Untersuchung über die Wasserbewegung im Pflanzenkörper gerade auf die Saugung im Parenchym grosses Gewicht zu legen, ist kurz folgender. Das Holz besteht aus lebenden und todten Elementen. Entweder liefern die ersteren allein Kräfte und Bahnen für die Wasserbewegung, oder es sind dies im Gegentheil die todten Holzelemente — ohne die lebenden, — oder endlich drittens eine combinirte Thätigkeit beider Systeme ist nothwendig zur Erfüllung dieser Function.

Es seien mir hier wenige Bemerkungen hinsichtlich einiger bereits bestehenden Lehren über diese Frage gestattet.

Nach Sachs sind Imbibitionskräfte das Agens, die verholzte Zellwand aber ist die Bahn für den Transspirationsstrom. Eine Unterscheidung zwischen lebenden Zellen und todten Elementen kommt hierbei nicht in Betracht. Die angebliche Beweglichkeit des Imbibitionswassers in der verholzten Zellwand ist aber noch problematisch, und wie schwer es wird, auch nur bescheidene experimentelle Belege für dieselbe beizubringen, geht aus der neuesten Veröffentlichung Dufour's[1] hervor. Bedenklich ist dort[2] besonders die Ansicht, dass die Zunahme der Holzzellwandmasse gegen den Herbst hin im Hinblick auf die gesteigerte Transpiration in jener Periode mit der von ihm vertheidigten Lehre gut vereinbar sei. Diese Annahme steht nämlich in einem gewissen Widerspruch mit der gerade von Sachs (Vorlesungen über Pflanzenphysiol. S. 275) vertretenen Anschauung, dass das Herbstholz weniger leitungsfähig sei, als das Frühjahrsholz.

Dass die »Imbibitionstheorie« mit der Anatomie des Holzes und der Gefässbündel überhaupt nicht in innigem Zusammenhang steht, braucht wohl nicht näher auseinandergesetzt zu werden. Derselbe Vorwurf, wenn auch vielleicht nicht in demselben Maasse, kann gegen die Lehren von Böhm und R. Hartig erhoben werden. Trotz mancherlei Verschiedenheiten in den Darstellungen der beiden letztgenannten For-

[1] Arbeiten des Bot. Inst. in Würzburg III, 1: »Beiträge zur Imbibitionstheorie«.
[2] Vergl. S. 38 ebendas.

scher kommen ihre Anschauungen doch in dem wesentlichen Punkt überein, dass die Lumina der todten Elemente (Gefässe und Tracheïden) die Bahnen, Luftdruckverschiedenheiten in denselben die bewegenden Kräfte für das emporsteigende Wasser liefern. Gerade rücksichtlich dieses Punktes ist schon von verschiedenen Seiten, u. A. von Zimmermann (Ber. d. Deutschen Bot. Ges. I, S. 183) das physikalisch Unzureichende jener Vorstellung hervorgehoben worden. Ein Verdienst von Böhm wird aber immerhin bleiben, dass er der wichtigen Thatsache des zeitweisen Vorkommens von Wasser im Lumen der Gefässe und Tracheïden schliesslich doch allgemeine Anerkennung verschafft hat.

Fredr. Elfving (Über den Transpirationsstrom in den Pflanzen, 1884; Abdruck aus Acta Soc. Scientiar. Fennicae T. XIV) lässt S. 19 a. a. O.) ähnlich wie Böhm für eine unbestimmte Höhe durch Saugung der Luftblasen von Element zu Element das Gleichgewicht zwischen Ab- und Zufuhr des Wassers wieder hergestellt werden. Der Verfasser hat aber die Zimmermann'sche Darlegung (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, 183) der Begrenztheit einer solchen Bewegungsfortpflanzung nicht widerlegt. Der Zweck dieser Mittheilung ist übrigens keineswegs, eine kritische Beleuchtung der verschiedenen Anschauungen über Wasserbewegung in hohen Bäumen zu geben.

Gehen wir also zu den lebenden Holzelementen über. Die Aufstellung der Frage, in welchem Maasse eine beliebige lebende Zelle, welche mit gleichartigen Elementen zu einem Complex verbunden ist, wasseranziehend auf die benachbarten Zellen wirkt, wenn sie wasserärmer ist als diese ihre Umgebung, liegt zwar nahe; die Frage ist aber wenig untersucht und scheint mir in ihrer Bedeutung von manchen Forschern, welche sich dem Studium der Wasserbewegung in neuerer Zeit widmen, nicht genügend gewürdigt zu werden. Die Erwägung, dass eine solche Fortbewegung des Wassers (durch Wasseranziehung von Zelle zu Zelle), auch wenn sie nur auf kurze Strecken hin sich vollzieht, doch durch die anatomischen Verhältnisse zu grosser Bedeutung gelangt, darf nicht sobald wieder in den Hintergrund geschoben werden.

Bei meinen früheren Versuchen über die »Saugung im Parenchym« (Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. I) blieb das von mir angestrebte Ziel unerreicht, indem ich die maximale Steighöhe des Wassers durch Saugung von Zelle zu Zelle auch für die gewählten Umstände nicht anzugeben vermochte. Ich war vielmehr der Ansicht, die längsten der damals von mir verwendeten Parenchymstränge seien noch zu kurz, und glaubte mich einstweilen darauf beschränken zu müssen, ein gewisses Maass (circa 80^{cm}) von Leistungsfähigkeit zu constatiren. Nach meinen neuesten Versuchen liegt das beobachtete Maximum tiefer.

Diese neuen Beobachtungen sind aber nicht an demselben Versuchsobject, nämlich an Markgewebezellen, angestellt, sondern, wie unten näher beschrieben ist, an Wassergewebestreifen. Was jene früheren Versuche mit Markgewebesträngen betrifft, so habe ich jetzt allen Grund zu vermuthen, dass sich bei denselben Wasser aus der feuchten Luft im Cylinder auf die Oberfläche der Stränge niedergeschlagen hat. Für die Markgewebe muss ich zur Zeit wegen der oben genannten Erscheinung im Speciellen und wegen unsicherer und einander widersprechender Versuchsergebnisse im Allgemeinen darauf verzichten, sichere Angaben über die Steighöhe des Wassers durch endosmotische Saugung zu bringen. Meine früher gemachten Angaben über dieselbe sind also nicht zuverlässig, was ich hiemit wiederhole.

Als Resultat der fünf unten zunächst besprochenen neuen Versuche hebe ich hervor, dass in jedem der angeführten Fälle nur der untere Theil des über Wasser befindlichen Gewebestreifens turgescent wurde, und dass in keinem der angeführten Versuche das ganze über Wasser schwebende Stück über 10^{cm} lang war. Hieraus folgere ich, dass sogar, wenn bei diesen Versuchen kleine Wassermengen sich auf der Oberfläche einer Versuchslamelle niedergeschlagen hätten, dennoch die Steighöhe nicht mehr als einige Centimeter beträgt. Darauf allein kommt es mir an, die unter gegebenen Umständen erreichte Maximalleistung durch Saugung als eine geringe zu erweisen. Die Bedingungen, dass Saugung stattfinden konnte, waren ja gegeben. Dass endlich überhaupt eine Wanderung von Wasser durch Saugung von Zelle zu Zelle stattfinden kann, wenn auch nur auf kleine Entfernungen hin, braucht wohl kaum erst bewiesen zu werden. Wenn z. B. ein abgetrenntes *Sedum*-Blatt der Art austrocknet, dass innere Zellen in Folge von Wasserverlust collabiren, während äussere noch reichlicher mit Wasser versehen sind, so geht daraus hervor, dass die äusseren den inneren Wasser entzogen haben.

Ich operirte neuerdings mit abgetrennten Streifen epidermalen Wassergewebes von *Peperomia (magnoliaefolia* oder *latifolia)* und von *Tradescantia discolor*. Bei diesem Material ist auch eine capillare Wirkung, wenigstens im Innern des Gewebes, möglichst ausgeschlossen. Dafür spricht ebenfalls der Erfolg der Versuche. Aus der folgenden Beschreibung einzelner derselben ergiebt sich die angewandte Methode.

a. *Tradescantia discolor.*

Von dem Blatt wurde ein Wassergewebestreifen abgeschnitten und nach kurz dauerndem Liegen an der Luft, also noch frisch, wenn auch nicht steif, in einem Cylinder von circa 20^{cm} Höhe aufgehängt

und zwar so, dass das unterste Ende in Wasser tauchte, während ein 5^{cm} langes Stück über dem Wasserspiegel sich befand. Von der Innenfläche des Glascylinders, soweit dieselbe über Wasser war, wurden ungefähr $^2/_3$ mit feuchtem Filtrirpapier bedeckt. Die Mündung des Cylinders war mit einem Kautschukpfropf verschlossen, in dessen Durchbohrung mittelst eines Hollundermarkcylinders und Fadens der Gewebestreifen hing. Das Hollundermark bildete zugleich den Verschluss des Loches. Am untersten Ende des Streifens (unter Wasser) war eine Vorrichtung nothwendig, welche das dauernde Verbleiben dieses Endes unter Wasser sicherte, indem mittelst Fadens ein schwerer Gegenstand (Bleistück) das Streifenende senkrecht nach unten zog. Ohne diese Einrichtung rollt sich nämlich der Hypodermstreifen allmälig auf, so dass nichts mehr von ihm in Wasser taucht. Wenn man z. B. einen ziemlich frischen Wassergewebestreifen ganz in Wasser legt, so nimmt er durch ungleiche Ausdehnung in Folge von Wasseraufnahme alsbald die Form einer Spirale an, wobei die Epidermis nach innen zu liegen kommt. Die Verdunstung war in unserem Versuche also durch den Verschluss und die erwähnte Bekleidung der Cylinderinnenfläche sehr herabgedrückt.

Nach zwei Tagen befand sich der oberste Theil des in der Luft befindlichen Stückes in einem verschiedenen Zustand gegenüber dem ebenfalls noch über Wasser schwebenden unteren Theil. Der oberste (kleinere) Theil war ganz schlaff. Nur circa 4^{cm} hoch konnte sich in diesem Falle das Gewebe in einem turgescenten Zustande erhalten.

Bei einem ähnlichen Versuche konnte man am Schluss des Versuches die vom Wasserspiegel nach oben abnehmende Dicke des Streifens wahrnehmen. Circa $2^1/_2{}^{cm}$ zunächst dem Wasser waren hier steif, während das oberste Stück von ungefähr derselben Länge schlaff war. In Wasser eingelegt wurden nun auch die obersten Theile dicker und steif, zum Beweis, dass die Zellen wohl noch Wasser aufnehmen konnten, das ihnen in nächster Nähe geboten wurde. Bei diesem Versuche pflanzte sich somit die bis zur starken Turgescenz d. h. Steifheit des Gewebes führende Anfüllung des Parenchyms vom Wasserspiegel an aufwärts 2 bis 3^{cm} weit fort.

b. *Peperomia.*

Durch Liegen eines Blattstückes an der Luft verlor dasselbe in Folge von Verdunstung einen Theil seines Wassers. Ein jetzt abpräparirter Wassergewebestreifen war nun natürlich schlaff. Ein solcher wurde in einem Kölbchen von 13.5^{cm} Höhe aufgehängt, so dass 1 bis $1^1/_2{}^{cm}$ in Wasser tauchten und $6^1/_2{}^{cm}$ über Wasser sich

befanden. Der Streifen hing an einem Stückchen feinen Drahts, der durch den das Kölbchen verschliessenden Kork festgehalten war. Die Innenwand des Kolbens, soweit sie an Luft grenzte, war zum kleineren Theil mit feuchtem Filtrirpapier bekleidet, um die Luft feuchter zu machen und so die weitere Verdunstung im Gewebe herabzudrücken. Nach Verlauf eines Tages waren die $2\frac{1}{2}$ untersten Centimeter des ganzen Streifens turgescent. Der übrige Theil des Stranges war schlaff, seine Zellen collabirt. Hiernach hatte sich die Anfüllung der Wassergewebezellen nur einen Centimeter hoch über den Wasserspiegel fortgepflanzt. Das obere noch schlaffe Ende wurde, nachdem der Streifen nun in Wasser längere Zeit (circa einen Tag) gelegt worden war, auch etwas wenig steif, seine Zellen waren jetzt nicht mehr oder doch jedenfalls wenig collabirt.

Bei einem anderen Versuche wurde gleichfalls der Versuchsstreifen von einem Blattstück abgetrennt, das an der Luft schon einiges Wasser verloren hatte. Die betreffende Wassergewebelamelle zeigte an demjenigen Ende, welches beim Versuche in Wasser tauchte, vor dem Einhängen deutliche Collabescenzerscheinungen. Am entgegengesetzten Ende ergab die mikroskopische Untersuchung vor dem Einhängen in den Kolben nur Spuren von Collabescenz der Zellen. In seiner ganzen Länge war der Versuchsstreifen jetzt ziemlich schlaff. Mit einem Centimeter tauchte nun die Lamelle in Wasser, 4^{cm} befanden sich über Wasser. Nach zwei Tagen zeigte sich, dass der Streifen circa 3^{cm} von oben her dünn und schlaff war gegenüber der nach unten dem Wasserspiegel genäherten Partie, welche dicker war und eine gewisse Steifheit besass. Die Steighöhe betrug in diesem Fall also ungefähr 1^{cm}.

Bei einem ähnlichen Versuche erwies sich der Zustand des Wassergewebestreifens zur Zeit des Einhängens der Art, dass durchweg eine geringe Collabescenz zu constatiren war (die bekannte Querstreifung resp. Faltung der Zellwände war unter dem Mikroskop sichtbar). Nach drei Tagen war die obere Partie der Versuchslamelle schlaff, ihre Zellen collabirt. Im unteren Theil des über Wasser schwebenden Stückes, und zwar vom Wasserspiegel ungefähr 3^{cm} aufwärts, waren die Zellen nicht mehr collabirt, das Gewebe steif. (Bei diesem Versuche war etwa ein Drittel der über Wasser befindlichen Kölbcheninnenfläche mit feuchtem Filtrirpapier bedeckt. Der Verschluss des Kolbens geschah regelmässig mit Kork.)

Bei einem ebenfalls noch anzuführenden Versuche liess ich in einem mit feuchtem Filtrirpapier halbausgekleideten Kölbchen, das mit Kork verschlossen war, einen noch ziemlich steifen Gewebestreifen so hängen, dass er gar nicht in Wasser tauchte; nach zwei Tagen

erwies sich der Streifen bei mikroskopischer Untersuchung noch turgescent; so gering war also die Verdunstung.

Den soeben mitgetheilten Versuchen (April) folgten noch andere (November) mit demselben Material, welche die Bestätigung des wesentlichen Resultats der ersteren ergaben. Hier hebe ich aus der letzten Versuchsreihe Folgendes hervor.

Wird ein Hypodermstreifen von *Peperomia* (eine der obigen Arten wurde verwendet), welcher in Folge der in ihm herrschenden Wasservertheilung an der Epidermisseite convex ist, in einem verschlossenen Gefäss mit einem Ende (etwa zur Hälfte) in Wasser getaucht, während das andere über Wasser schwebt, so krümmt sich bald der untergetauchte Theil durch Wasseraufnahme so, dass die Epidermis auf die concave Seite zu liegen kommt; die nun vorhandene S-förmige Krümmung des ganzen Streifens zeigt sich noch nach 18 Stunden erhalten; daraus geht hervor, dass die Wasseraufnahme der Zelle in der über Wasser befindlichen Streifenpartie (3—4^{cm} lang) durch Saugung von unten her in der bezeichneten Zeit für die Länge von 4^{cm} nicht einmal jenen Grad von Turgescenz bewirkt hat, der eine Geradestreckung herbeiführen konnte. Ein solcher Streifen wurde dann zur Prüfung, ob die Zellen noch lebend waren, ganz in Wasser gebracht und krümmte sich nun in seiner ganzen Ausdehnung so, dass die Epidermis auf der concaven Seite sich befand.

Hier mögen noch einige Worte Platz finden über die Widerstände, welche hienach bei der Bewegung des Wassers von Zelle zu Zelle überwunden werden müssen. Nehmen wir für das untersuchte Wassergewebe von *Peperomia* eine durchschnittliche Steighöhe von 3^{cm} durch Saugung an und für die endosmotische Kraft dieser Zellen nach meinen früheren Versuchen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, 371) die Höhe von 3 Atmosphären, so ergibt sich nach beendigtem Versuch eine Druckdifferenz von circa 14^{cm} Wasser zwischen zwei übereinander liegenden Zellen.[1]

Die Tragweite vorstehender Versuche erscheint auf den ersten Blick minimal. Denn was bedeutet eine Steighöhe von wenigen Centi-

[1] Auf einen Streifen Wassergewebe von 3^{cm} Länge kommen nämlich circa 214 Zellen oder 428 Primordialschlauchmembranen, da die Breite einer Zelle circa 140 Mik. beträgt. In einem solchen Versuchsstreifen stuft sich hienach der hydrostatische Druck vom Wasserspiegel an aufwärts innerhalb 3^{cm} von circa 3 Atmosphären auf Null ab. Eine Beobachtung spricht nämlich in der That dafür, dass im obersten schlaff gebliebenen Theil eines Streifens nach dem Versuch die Zellenmembranen nicht gespannt, sondern wellig verbogen sind, dass also hier der hydrostatische Druck = 0 ist. Es kommt mir übrigens für die Hauptfrage nicht darauf an, ob die Steighöhe in unserm Falle noch 1^{cm} mehr beträgt; nur als eine geringe versuchte ich sie zu erweisen, wie ich hier wiederhole.

metern (bei höherer Concentration des Zellinhalts allerdings sich steigernd) im Hinblick auf die Höhe der höchsten baumartigen Gewächse? An eine Fortpflanzung der Saugung in einem Holzparenchymstrange von 100′ Länge von oben bis unten ist hienach nicht zu denken. Ganz anders liegt die Sache, wenn wir unsern Blick erweitern und die meines Wissens ausnahmslose anatomische Wechselbeziehung des parenchymatischen Systems und des Gefässsystems in Betracht ziehen. Diese Betrachtungsweise ist keine willkürliche, sondern eine durch die anatomischen Verhältnisse allseitig gebotene. In dem Augenblick, in welchem man erwägt, dass uns jeder Querschnitt durch beliebige Organe von Gefässpflanzen die beiden Systeme in ihrem innigen Contact zeigt, gewinnt die Erscheinung einer nur wenige Centimeter betragenden Steighöhe durch Saugung im lebenden Gewebe eine ganz andere Bedeutung.

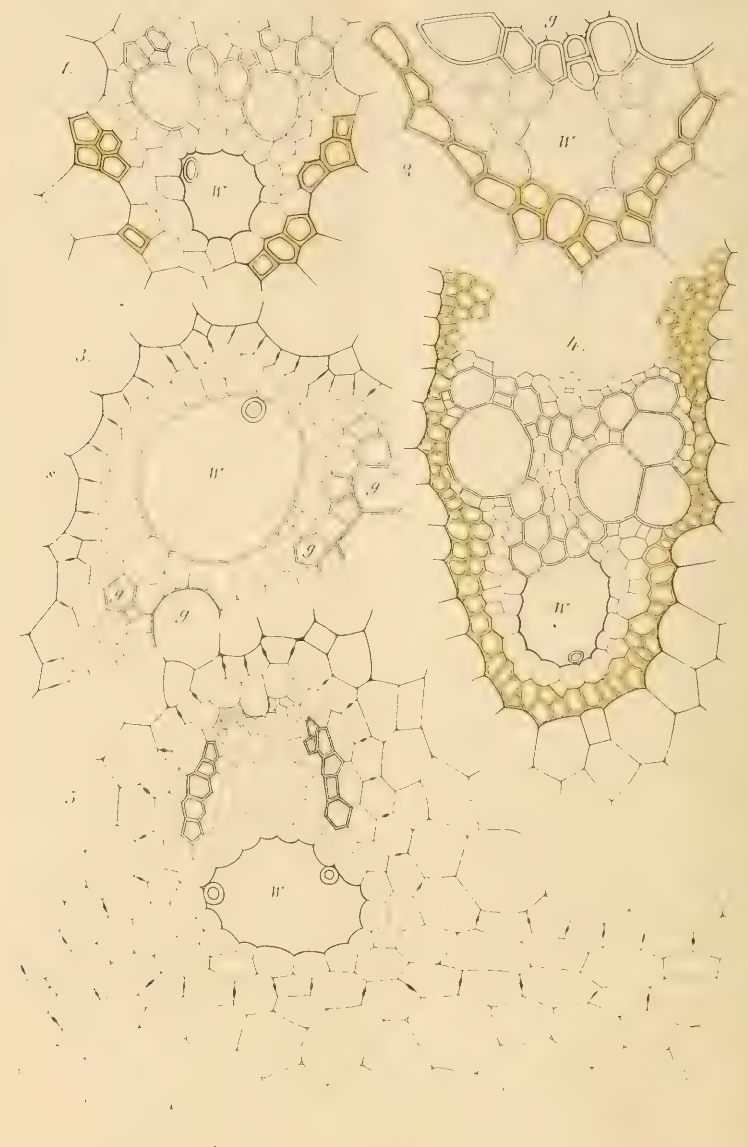
Über eine denkbare Art der combinirten Thätigkeit beider genannten Systeme habe ich mich in der citirten früheren Veröffentlichung (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. I, S. 374 ff. bereits ausgesprochen. Auf das dort Gesagte erlaube ich mir an dieser Stelle hinzuweisen.

Der Verfasser der vorläufigen Mittheilung über »die Wasserbewegung im Holze«, Scheit, (Bot. Zeit. 1884 S. 177 ff.) wird vielleicht im ersten Theil dieses Aufsatzes einen Hinweis finden, dahin gehend, dass dem Holzparenchym eine Wichtigkeit bei der Wasserversorgung wohl zugeschrieben werden darf. Anderseits ist es a priori keine unwahrscheinliche Schlussfolgerung, die Eigenschaften des lebenden Xylemparenchyms in unterirdischen Wurzeln auch auf das gleichnamige Gewebe im oberirdischen Stamm zu übertragen.

Godlewski hingegen gelangte (laut gütiger mündlicher Mittheilung) in seinen Studien über die Wasserbewegung in Bäumen zu einer Anschauung, welche mit meinem Grundgedanken in einem wesentlichen Punkt übereinstimmt.

Da im Laufe der letzten zehn Jahre die anatomisch-physiologische Forschung als eine fruchtbare sich bereits erwiesen hat, so darf ich weiterhin die Bemerkung hinzufügen: Die Erkenntniss der Nothwendigkeit einer anatomischen Grundlage für gewebephysiologische Lehren hat nicht bloss hinsichtlich einzelner Fälle Werth, sondern beansprucht principielle Bedeutung. Es würde hienach, angewendet auf unseren Fall, eine einzige Beobachtung, welche ergiebt, dass die Gefässe eines Pflanzenorgans continuirlich oder auch nur auf grosse Strecken hin von typisch mechanischen Zellen rings umhüllt sind, die hier vorgetragene Auffassung erschüttern, weil eben den mechanischen Zellen das Vermögen, endosmotisch zu saugen und Wasser auszuscheiden, nicht zuzuschreiben ist.





Westermaier del. Westermaier: Wasserbewegung in den Pflanzen. C. Laue lith.

Es ist nur eine ganz berechtigte Forderung, auch in Beziehung auf die Wasserbewegung den Nachweis einer vollständigen Harmonie zwischen Bau und Function zu verlangen, und hierauf stütze ich die Behauptung:

Entweder ist das tracheale System sammt dem System lebender Holzzellen (Holzparenchym und Markstrahlen) an der Emporschaffung des Wassers in die Spitzen der höchsten Gewächse unbetheiligt, oder aber beide Systeme dienen vereint dieser Function.

Für die Entscheidung im letzteren Sinne liefert vorstehende Mittheilung einen kleinen Beitrag.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. *Butomus umbellatus*, Blattstiel. Xylempartie aus einem Gefässbündel im Querschnitt. *W* ist hier wie in den folgenden Figuren der intercellulare Kanal. Die mechanischen Elemente sind alle gelb gehalten. (330 Mal.)

Fig. 2. *Heleocharis palustris*, Halm. Innere Partie eines Gefässbündels im Querschnitt. Bei *g* Gefässe. Der Intercellulargang *W* wird seitlich von dünnwandigen Zellen begrenzt. (700 Mal.)

Fig. 3. *Sagittaria sagittaefolia*, Blattstiel. Querschnittspartie aus einem inneren Bündel, den Intercellulargang *W* und seine Umgebung zeigend, insbesondere die Schutzscheide *s*. Bei *g* liegen Gefässe. (330 Mal.)

Fig 4. *Acorus Calamus*, Blatt. Xylempartie aus einem Gefässbündel mit dem Intercellularkanal *W* und seiner anatomischen Umgebung. (330 Mal.) Vergl. Text S. 1106.

Fig. 5. *Equisetum hiemale*, Halm. Gefässbündel mit Umgebung im Querschnitt darstellend. Aussen- und Innenscheide durch den dunklen Punkt auf der Radialwand hervortretend. Die »Carinal-Höhle« (*W*) ist ein Wassergang. (330 Mal.)



Über Blitzphotographien.

Von Dr. H. Kayser,
Privatdocenten und Assistenten am physikalischen Institute.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz am 23. October [s. oben S. 959].)

Hierzu Taf. XIV und XV.

Es ist, so viel mir bekannt, in diesem Jahre zum ersten Mal versucht worden und gelungen, Blitze photographisch zu fixiren. Solche Aufnahmen lassen sich nur bei nächtlichen Gewittern machen, sind aber dann auch höchst einfach, indem man die vorher auf Unendlich eingestellte Camera gegen die Stelle des Himmels richtet, an der sich das Gewitter befindet. Man kann dann beliebig lange exponiren; jeder Blitz, der an der betreffenden Stelle des Himmels auftritt, markirt sich auf der Platte.

Im Juli d. J. zogen über Berlin einige sehr stark elektrische Abendgewitter, welche ich benutzt habe, um eine Reihe von Blitzaufnahmen zu machen. Die Platten zeigen, dass, abweichend von der früher verbreiteten Meinung, der Blitz nicht immer eine einfache Entladung zwischen zwei Punkten ist, sondern dass die Entladung sehr häufig zwar von einem Punkte ausgeht, aber in vielen Punkten endet. Es zweigen sich von einem Hauptstamm dünnere Seitenäste nach allen Richtungen ab, welche wieder Seitenzweige haben, so dass ein solcher Blitz wie die Karte eines Flusssystems aussieht, wo zahlreiche Bäche und Nebenflüsse zusammenströmen, um schliesslich einen Hauptstamm zu bilden, von welchem man wohl ein bestimmtes Ende, aber keinen solchen Anfang erkennt: nur durchläuft der Blitz den Weg umgekehrt, wie der Fluss. Mitunter ist auch ein deutliches Hauptende des Blitzes zu erkennen, indem ein starker Strahl zwei Punkte verbindet, und von ihm nur schwache, kurze Seitenäste abgehen. Endlich kommen viele schwächere unverzweigte Blitze vor.

Diese Erscheinung der verästelten Blitze war schon durch die ersten erschienenen Photographien bekannt geworden; ich will daher hier nicht näher darauf eingehen, sondern eine höchst merkwürdige und zum Theil unaufgeklärte Erscheinung besprechen, welche einer von den fixirten Blitzen darbietet. Es war am 16. Juli gegen 10 Uhr

Abends, als der stärkste Blitz des Gewitters erfolgte, dem sehr schnell, etwa nach einer Secunde, ein gewaltiger Donnerschlag folgte. Etwa fünf Minuten vorher hatte ich eine Platte exponirt, auf welche ausser diesem Hauptblitz noch mehrere andere Entladungen gekommen sind. Die Photographie, von welcher eine genaue Nachbildung in Lichtdruck als Taf. XIV beiliegt, zeigt Folgendes: Der Hauptstrahl besteht nicht aus einer hellen Linie, sondern ist aus vier dicht neben einander liegenden Linien gebildet. Man sieht links[1] den stärksten Strahl, an den sich nach rechts ein breiteres helles Band anschliesst, welches nachher noch näher zu besprechen sein wird. Dann folgen weiter nach rechts zwei dicht neben einander verlaufende Strahlen; dieselben sind in der Reproduction in einen zusammengeflossen, in der Vergrösserung eines Theiles des Blitzes aber, die in Taf. XV vorliegt, deutlich getrennt zu erkennen. Nach einem etwas grösseren Abstande folgt endlich ein vierter Strahl. Alle vier laufen im Wesentlichen parallel durch alle Zacken und Krümmungen fort, und weichen nur in kleinen Details von einander ab

Es fragt sich nun, wie dieser vierfache Blitz zu erklären sei; es sind, so viel ich sehe, vier Annahmen möglich. Man könnte nämlich erstens annehmen, dass die vier Strahlen nicht zu einer und derselben Entladung gehören, sondern zufällig zu verschiedenen Zeiten an derselben Stelle des Himmels übergeschlagen sind; dem widerspricht aber die Parallelität der vier Blitze, welche mit Sicherheit darauf hinweist, dass sie durch denselben Canal erhitzter Luft gegangen sind, also auch innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes stattgefunden haben und zusammengehören. — Eine zweite Annahme wäre, dass die vier Entladungen gleichzeitig vorhanden waren, so wie bei reichlichem Elektricitätszufluss zwischen den Conductoren einer Elektrisirmaschine mehrere Funken gleichzeitig überspringen. Aber auch dieser Annahme widerspricht die Parallelität; denn wie bei der Elektrisirmaschine, so müssten auch hier die gleichzeitigen Entladungen sich abstossen und divergirende Büschel bilden. — Man könnte drittens denken, dass die vier Entladungen nicht gleichzeitig, sondern sehr rasch hinter einander von der Wolke zur Erde übergeschlagen seien; das setzte aber einen sehr leichten und reichlichen Elektricitätszufluss zu der eben entladenen Stelle der Wolke voraus, um das Potential so schnell wieder auf die nöthige Höhe zu bringen. Ein so geringer Leitungswiderstand der Wolken scheint aber nicht wahrscheinlich.

Es bleibt endlich als vierte, und wohl zutreffende Erklärung, dass wir es hier mit einer oscillirenden Entladung zu thun haben,

---

[1] Im Lichtdruck, Taf. XIV, ist rechts und links vertauscht.

bei welcher in sehr kurzen Zwischenräumen Entladungen in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Dann würde der erste Funke auf seinem Wege von der Wolke zur Erde einen Canal erhitzter Luft hinterlassen; der nächste von der Erde zur Wolke gehende Funke würde denselben Canal benutzen, der im Wesentlichen noch besteht, nur durch den Wind etwas verschoben ist, u. s. w. So würde man von den vier Entladungen vier neben einander liegende Bilder erhalten, wenn der Wind senkrecht zur Axe des photographischen Apparates gerichtet ist; das war er an jenem Abend, wo er von West nach Ost, im Bilde von links nach rechts wehte. Dass derartig oscillirende Entladungen bei Blitzen vorkommen, habe ich bei stärkeren Gewittern mehrfach beobachtet; man sieht dann den Blitz auf seinem Wege einige Male hin und her fahren; dazu müssen freilich die Oscillationen ziemlich langsame sein, sonst nimmt das Auge sie nicht einzeln wahr. — Durch derartige Entladungen wird sich vielleicht auch eine Beobachtung Dove's erklären lassen, aus der er schloss, die Blitze seien intermittirende Entladungen.[1]

Wenn diese Erklärung richtig ist, so lassen sich einige interessante Rechnungen ausführen. Die Entfernung des Blitzes kann angenähert zu 350^{m} angenommen werden, kann indessen auch weniger betragen haben, jedoch kaum unter 200^{m}. Die Brennweite des Objectivs beträgt 0.18^{m}; eine Länge von 1^{mm} auf der Platte entspricht daher einer Länge von etwa 2.817^{m} in der Natur. Danach betragen die Abstände zwischen den vier Entladungen: 3.08^{m}; 0.35^{m}; 0.63^{m}. Diese Abstände sind durch Verschiebung des Canals in der Zeit zwischen je zwei Entladungen entstanden. Die Windgeschwindigkeit während des Blitzes betrug etwa 30^{km} pro Stunde, oder 8.5^{m} pro Secunde; der Wind würde daher obige Verschiebungen hervorgebracht haben in 0.362^{sec}; 0.041^{sec}; 0.074^{sec}; und diese Zeiten würden den Zwischenraum zwischen den Oscillationen angeben. Die ganze Entladung würde nicht eine halbe Secunde gedauert haben. Es scheint mir, dass diese Grössenverhältnisse durchaus denkbare sind.

Die Blitze zusammen befinden sich in einem Canal, der deutlich viel heller ist, als die Umgebung, und dessen Ränder am hellsten sind. Wir haben es hier wohl mit einer Erscheinung zu thun, welche der Aureole entspricht. Der helle Rand entsteht durch die cylindrische Gestalt des leuchtenden Raumes. Von den vier Theilen des Blitzes gehen eine ganze Anzahl schwächerer Seitenentladungen aus, die sich zum Theil noch weiter verzweigen. Diese Äste, soweit sie auf der Platte sichtbar sind, und soweit sie zweifellos zum grossen Blitz ge-

---

[1] Dove, Pogg. Ann. 35 S. 379—380. 1835.

hören, endigen in etwa sechszig verschiedenen Punkten, was freilich nur auf dem Negativ selbst zu zählen ist, während im Abdruck viele feinste Ästchen verschwinden. Die ganze Länge des Blitzes beträgt etwa 300^m, die Breite der Aureole etwa 28^m.

Die interessanteste und räthselhafteste Erscheinung ist jedoch der helle Streif, welcher den ersten Blitzstrahl auf der rechten Seite begleitet. Unter der Lupe zeigt er eine ganz eigenthümliche Structur; um dieselbe sichtbar zu machen, ist ein Stück des Blitzes auf Taf. XIV vergrössert reproducirt. Hier sieht man deutlich, dass das Band aus hellen horizontalen Schichten besteht, welche durch dunkle Zwischenräume getrennt sind.

Für diese Erscheinung fehlt mir jede sichere Erklärung. Die Idee, dass wir es mit Schichten zu thun haben, wie wir sie bei Entladung in luftverdünnten Räumen sehen, welche aber auch bei hohen Drucken auftreten, ist zu verwerfen, da alsdann der Blitzstrahl durch die Mitte der Schichten hindurchgehen müsste, nicht aber dieselben auf der einen Seite begrenzen. Letzterer Umstand macht es vielmehr wahrscheinlich, dass wir in den Schichten irgend welche leuchtende Materie haben, welche durch den Wind von der Blitzbahn aus fortgeweht ist. Da es während des Blitzes ziemlich stark regnete, liegt der Gedanke nahe, dass der Blitz die auf seinem Wege befindlichen Regentropfen in leuchtenden Dampf verwandelt habe, und jeder Tropfen eine Schicht geliefert habe. Dann würde es sich auch ungezwungen erklären lassen, warum nur der erste Blitz von Schichten begleitet ist: es würde bei den folgenden Entladungen der Canal noch von heissen Gasen, nicht aber von Wassertropfen erfüllt gewesen sein.

Gegen diese Erklärung sprechen indessen doch einzelne Umstände. Es scheint nicht recht wahrscheinlich, dass die Tropfen in so regelmässiger Weise auf dem Wege des Blitzes vertheilt gewesen sind, wie es die Schichten sind; auch ist kein Grund einzusehen, wesshalb jeder Tropfen eine abgegrenzte Schicht geliefert haben soll, und die Schichten sich nicht vermischt haben, so dass ein leuchtendes Band entsteht. Weiter spricht folgende Überlegung dagegen: Die Schichten haben eine Länge von etwa 1.7^m, eine Höhe von 0.35^m; nimmt man eine Tiefe von auch nur 0.35^m an, so ergiebt sich das Volumen jeder Schicht zu etwa 0.2^{cbm}. Nimmt man ferner an, dass je 15 Tropfen 1^g wiegen, — was schon recht grosse Tropfen voraussetzt, — so lässt sich leicht die Temperatur berechnen, welche geherrscht haben müsste, um jeden Tropfen durch Verdampfung und Dissociation in eine Schicht zu verwandeln. Man findet etwa 400000° C. Diese Zahl kann vielleicht auf ein Viertel reduzirt werden durch die Annahme, dass die Schicht im Bilde durch Fortbewegung einer kleineren leuch-

tenden Masse entstanden sei, aber immerhin bleibt die Temperatur unwahrscheinlich hoch.

Es muss daher die Frage nach der Entstehung der Schichten als eine noch offene angesehen werden. Ihre Lösung wird wohl gelingen, wenn häufiger Blitzphotographien hergestellt werden, als das bei den hiesigen Witterungsverhältnissen möglich ist. Es wäre sehr wünschenswerth, wenn in dieser Beziehung begünstigtere Beobachter recht zahlreiche Aufnahmen machen wollten; denn die wenigen bisher ans Licht getretenen Photographien haben schon eine Menge interessanter Erscheinungen bekannt gemacht.

Ausgegeben am 4. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.





H. Kayser: Über Blitzphotographien.





H. Kayser: Über Blitzphotographien.



1884.

XLIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

4. December. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Wattenbach las: Die Translatio Alexandri et Justini. Die Mittheilung folgt umstehend.



Die Translatio Alexandri et Justini.

Von W. Wattenbach.

Die hohe Geltung von Reliquien und ihre Verehrung ist der katholischen Kirche mit andern Religionsformen gemeinsam; sie dauert noch jetzt fort, hat aber sehr abgenommen, wenn auch nicht in der Lehre, welche noch immer für jeden Altar bei der Weihe die Anwesenheit von Reliquien in demselben fordert, so doch in der Stimmung der Gemeinde. Unendlich viel lebhafter war im früheren Mittelalter der Glaube, ebenso viel grösser der Werth, welcher auf den Besitz von Reliquien gelegt wurde. Ungern ging damals ein vornehmer Herr in die Schlacht ohne sein Phylacterion, durch welches er geschützt zu sein glaubte; früher waren Zauberformeln darin gewesen, jetzt Reliquien. Die Missionare führten regelmässig Reliquien mit sich, deren sie ja auch zur Einweihung von Kirchen bedurften. Es ist auch wohl wahrscheinlich, dass ihre Thätigkeit dadurch kräftig unterstützt wurde; die neugetauften Heiden konnten unmöglich schon in den inneren Kern der christlichen Lehre eingedrungen sein, sie hatten nur die Vorstellung, dass der Gott der Christen stärker sei als ihre Götter. Sie fühlten die kriegerische Übermacht der christlichen Monarchieen, sie empfanden die Überlegenheit der christlichen Kultur. Alles was aus dem Alterthum an Kultur gerettet war, hatte ja längst diese Gestalt angenommen, und die Völker, welche anfangs diese ihnen verhasste Welt mit aller Erbitterung und Aufbietung aller Kräfte bekämpft hatten, überzeugten sich, dass sie auf die Dauer doch dagegen ohnmächtig waren; mehr und mehr musste sich in ihnen das Gefühl geltend machen, dass hier eine höhere Macht ihnen gegenüberstehe. Und wenn auch unter Stämmen, die noch nicht in Berührung mit den christlichen Mächten gekommen waren, die Missionare erschienen, welche unerschrocken dem Tode trotzten, welche ihre Opfer störten, ihre heiligen Gebräuche verlachten, ihre heiligen Bäume fällten, ohne dass die erwartete Strafe von Seiten ihrer Götter erfolgte, so sank das Vertrauen und der Glaube an die Macht ihrer Götter. Aber für die nun verbotenen Zaubermittel,

für die Hülfe, welche sie bei ihren Göttern und deren Priestern in allen Nöthen des Lebens zu suchen gewohnt gewesen waren, bedurften sie eines Ersatzes. Dieser bot sich ihnen nun in der Wunderkraft der Reliquien, an welche deren Träger selbst glaubten, und welche, gehoben durch den ganzen mysteriösen, und an grösseren Mittelpunkten glänzenden und prachtvollen Kirchendienst, leicht Glauben bei den Neubekehrten finden mochte. Blieb die gehoffte Hülfe aus, so bot die Sündhaftigkeit des Bittenden eine bequeme Ausrede, oder es war eine längere Prüfung ihm von Gott auferlegt: das wird ja auch in ihrem Heidenthum nicht anders gewesen sein. Aber diese kleinen Knöchlein oder auch nur Linnentüchlein, welche man mit Heiligenleibern in Berührung gebracht hatte, waren doch leicht der Gefahr ausgesetzt, missachtet zu werden: ganz etwas anderes war es, wenn ein ganzer Heiliger aus Italien ankam, aus der Heimath des neuen Glaubens, dem Schauplatz so vieler Martyrien, von welchen an jedem Feste dem Volke erzählt wurde. Pabst Gregor der Grosse hatte freilich die Zerstückelung und Verschleppung der Heiligenleiber untersagt, aber das Verbot wurde nicht beachtet. Wenn nun solch kostbarer Schatz anlangte, in feierlichem Zuge, von der Bevölkerung in hingebendster Andacht geleitet, wenn man sich Wunder über Wunder erzählte, die schon unterwegs sich ereignet haben sollten, so begreift man leicht, dass der Eindruck ein sehr grosser sein musste. Man begreift, dass Kaiser Lothar 850 seinem Vasall Waltpert, einem Enkel Widukinds, ein Empfehlungsschreiben an den Pabst Leo IV. nach Rom mitgab, worin er für das noch halbheidnische Friesenvolk um ein wunderkräftiges Heilmittel ersuchte, damit sie nicht ganz von der wahren Religion abfallen möchten, worauf der Pabst ihm für das von ihm gestiftete Kloster Wildeshausen in der Nähe von Bremen den Leib des Märtyrers Alexanders, eines Sohnes der h. Felicitas, verehrte. Niemand zweifelte daran, dass der Heilige nunmehr auch den Ort seiner besonderen Verehrung, wo er persönlich anwesend war, in seinen thatkräftigen Schutz nehmen werde. Ohne Zweifel wurde auch wirklich die Ausbreitung und Befestigung des Christenthums dadurch sehr befördert. Von der Wirksamkeit des h. Alexanders freilich vernehmen wir in der Folgezeit wenig; desto mehr aber von dem h. Veit, welcher 836 von Saint-Denis als kostbarstes Geschenk nach Corvey gebracht war. Weithin verbreitete sich sein Ruhm in die Wendenlande, und ich halte es für ziemlich sicher, dass wirklich der Götze Swantovit, welcher in anderen Slavenländern nicht vorkommt, nichts anderes ist, als ein freilich sehr entstellter h. Veit.

Der Besitz eines solchen Schatzes hatte aber auch noch andere Folgen. Wallfahrten und Opfergaben mehrten sich, wenn der Heilige

zu dem nöthigen Ansehen gekommen war, und die glückliche Kirche, welche ihn besass, wuchs an Reichthum und Bedeutung. Es hatte das oft schlimme Folgen für die Klosterzucht, und es kommt wohl vor, dass Äbte von ernster und aufrichtiger Frömmigkeit sich das Wunderthuen verbaten, wovon sie nur zu gut wissen mochten, mit welchen Künsten es zu Stande gebracht wurde. Aber andererseits konnte auch nur bei erheblichem Reichthum und ansehnlicher Stellung in einem Kloster oder Bisthum die Wissenschaft gedeihen, welche ja hier ihre einzige Stätte fand; nur dann konnten Mönche, bei denen wissenschaftliche Neigung überwog, sich, von anderen Diensten entbunden, ganz deren Pflege hingeben, und sich die damals sehr kostspieligen Hülfsmittel, die Bücher namentlich, verschaffen. Dann konnte der Bischof oder Abt eine Bibliothek anlegen, Bücher abschreiben lassen, und wo sie käuflich zu haben waren, kaufen, dann konnte er seine jungen Mönche nach verschiedenen, oft weit entlegenen Bildungsstätten entsenden, wie wir das z. B. vom Abt Ratgar von Fulda wissen. Das ist noch heute so. Ist ein Kloster arm, so kann auch die Wissenschaft da keine Pflege finden.

Wunderbar ist es nun, bis zu welchem Grade der brennende Wunsch, einen so köstlichen Schatz zu besitzen, auch die verwerflichsten Mittel, ihn zu erwerben, nicht nur entschuldbar, nein geradezu lobenswerth erscheinen liess. Ganz offen rühmte man sich derselben in den Übertragungsgeschichten, und wenn auch diejenige, welcher ich diese Bemerkungen voranstelle, zu solchen Betrachtungen keinen Anlass gibt, so möge es doch vergönnt sein, für diese merkwürdige Erscheinung einige Beispiele anzuführen.

So erzählt uns der treffliche und gewiss in jeder anderen Hinsicht sehr gewissenhafte Einhard mit sichtlichem Wohlgefallen, wie sein Abgesandter Ratleik, um in Rom sich Heiligenleiber zu verschaffen, mit einem Abgesandten des Abts von Saint-Médard bei nächtlicher Weile in eine Kirche eindrang, und sie hier die Gräber der Märtyrer erbrachen, die so gewonnenen Leiber aber hinwegführten. Als sie schon in Pavia sind, kommt ein päbstlicher Legat durch die Stadt; sie halten sich während seiner Anwesenheit mit ihrem Raube aus Furcht vor ihm sorgfältig verborgen und haben also vollständig das Bewusstsein ihrer Unthat. Dennoch kommt Einhard gar nicht der Gedanke, dass er sich nun des Erwerbes, nachdem er ihn glücklich in Sicherheit gebracht, zu schämen habe. Im Gegentheil, eine Vision soll angeblich die Kirche, welche für den Raub geeignet war, gezeigt haben, mit Fasten und Beten bereiten sich die Räuber vor, und glauben offenbar, eine Gott wohlgefällige That auszuführen.

In demselben Jahrhundert, im Jahre 836, erwarb der Erzbischof Otgar von Mainz den h. Severus nebst Frau und Tochter von einem französischen Reliquienhändler, einem Kleriker Namens Felix. Dieser, heisst es, durchstreifte verschiedene Länder, um Reliquien zu stehlen und damit Handel zu treiben. Wir kennen ihn mit seinem Geschäft auch aus anderen Erwähnungen. So kam er auch in ein Kloster bei Ravenna, wo er als Pilger aufgenommen und gastlich verpflegt wurde. Er gelobt, um allem Verdacht zu entgehen, eidlich, dass er in dem Kloster immer bleiben werde. Nun schliesst er Freundschaft mit dem Küster und hilft diesem bei seinem Geschäft. So ersieht er eine günstige Gelegenheit und stiehlt den Mönchen ihre Schutzheiligen. Die Mönche sind sehr bestürzt und richten an alle Herren der Grenzpässe die Bitte, auf ihre Heiligen zu fahnden. Felix kam dadurch in Verlegenheit und hielt sich in Pavia verborgen. Hier trifft er den Erzbischof Otgar, welchen ein wichtiger politischer Auftrag in Angelegenheiten des Kaisers Ludwig nach Italien geführt hatte. Der Erzbischof hält nun nicht etwa den Dieb fest und gibt den Mönchen ihr Eigenthum zurück, sondern er kauft ihm voll Freude seine Reliquien ab und bringt sie nach Mainz. Der Erzähler aber, welchem Felix allerdings nicht recht gefällt, findet das doch ganz in der Ordnung.

Im 10. Jahrhundert erwarb der bekannte Bischof Liudprand von Cremona den Leib des h. Hymerius, Bischofs von Ameria, auf folgende Weise. Der Bischof von Ameria kam zu ihm in grosser Angst und Noth, weil ihm der Kaiser seine Gnade entzogen hatte, und bat den vielvermögenden Liudprand um seine Fürsprache. Dieser sagt sie nur unter der Bedingung zu, dass er ihm einen Heiligenleib verschaffe. Der Bischof erwiedert, dass er hoffe, ihm den h. Hymerius verschaffen zu können, welcher von den Einwohnern höchlich verehrt werde, aber nur in einem hölzernen Schrein verwahrt sei, während alle übrigen Heiligen in steinernen Altären ruhten. Darauf begeben sich beide Bischöfe nach Ameria, und besuchen die Kirche, wo sie sich zum Gebet niederwerfen und lange Zeit so verharren; sie beten um glückliches Gelingen ihres Bubenstücks, bis die Wächter eingeschlafen sind. Dann machen sie sich daran, den Sarg zu erbrechen; von dem Geräusch erwacht ein Wächter. Rasch gibt ihm Liudprand Geld, und da dieser voll Erstaunen seinen eigenen Bischof bei dem Werk betheiligt sieht, zieht er es vor zu schweigen, und der Diebstahl gelingt.

In demselben 10. Jahrhundert unternahm es ein Hildesheimer Priester, in dem nicht ohne Wahrscheinlichkeit der ebenso sehr wegen seiner Gelehrsamkeit wie wegen seiner Frömmigkeit gefeierte Thangmar vermuthet wird, die Überbringung des h. Epiphanius nach Hildesheim zu feiern, welche er als die schönste That des Bischofs Otwin schil-

dert, nach dem Berichte des ehrwürdigen Priesters Thangward, welcher sein Haupthelfer dabei gewesen war. Und nun erzählt er, wie Otwin bei seiner Theilnahme an dem Heereszuge Otto's I. 962 jede Gelegenheit benutzte, um sich Reliquien und Bücher für seine Kirche zu verschaffen. Und endlich, sagt er, verlieh ihm, weil er sich demüthig erwies, die göttliche Gnade auf wunderbare Weise den h. Epiphanius. Otwin selbst enthielt sich, wie der Verfasser berichtet, des Diebstahls, aber er untersagte doch auch nicht, was zu thun nun einmal nöthig war; sein Begleiter Thangward war alt und furchtsam. Zu diesem aber kam in Pavia 'divinitus ut credo' ein Priester des Bischofs Landward von Minden, und wies ihn auf den h. Epiphanius hin, einen hochverehrten alten Bischof der Stadt, der mit dem h. Syrus der Schutzpatron von Pavia war, nebst der h. Speciosa. Bei Nacht schleichen sie sich in die Kirche, liegen lange im Gebet und machen sich dann daran, die Sarkophage zu erbrechen. Es gelingt zunächst nur bei der h. Speciosa, wofür sie Gott und der Heiligen innigst danken. Um nun aber auch den h. Epiphanius zu gewinnen, wird erst mehrere Tage gefastet und gebetet, dann macht Thangward sich mit einer guten Mannschaft ans Werk. An der Hauptthür durch den Wächter abgewiesen, findet er ein kleines Pförtchen, durch welches sie eindringen. Mit grosser Mühe und angeblich durch ein göttliches Wunder unterstützt, wird nun der in einer Gruft unter dem Altar befindliche Sarkophag wirklich erbrochen und seines Inhaltes beraubt. Der Bischof, der in ängstlicher Erwartung seiner harrt, empfängt freudig den Schatz und schickt ihn sofort nach Reichenau voraus. Der Gebete, Hymnen, Messen ist kein Ende. Es ist die wunderbarste Mischung von aufrichtiger Frömmigkeit und gänzlicher Unempfindlichkeit gegen die Verwerflichkeit der angewandten Mittel. In Pavia war natürlich die Aufregung gross, als die Beraubung ihrer Kirche bekannt wurde; auch Kaiser Otto war sehr zornig und liess bei seinem ganzen Clerus Haussuchung vornehmen. Als ihm aber Otwin beim Abschied die Sache eingestand, beruhigte er sich doch auch, und die Reliquien wurden nicht nur öffentlich im Triumph nach Hildesheim gebracht, sondern man empfand auch gar keine Scheu, von der Sache in ganz ungeschminkter Hässlichkeit wie von einer sehr rühmlichen That zu berichten.

Ganz arg machte es der Patriarch Poppo von Aquileja. Vor langer Zeit hatten die Bewohner von Palmaria Aquileja erobert, verheert und die Schutzheiligen mitgenommen. Darüber grosse Trauer und lange dauernde Feindschaft. Als nun Poppo kommt, schliesst er Frieden und befördert einen lebhaften Handelsverkehr, bis die Feinde in Sicherheit gewiegt sind. Dann lässt er durch die Händler vierzig gerüstete

Ritter in Weinfässer verstecken und so ins Kastell der Feinde bringen. In der Nacht kommen sie aus ihrem Versteck heraus und besetzen die Burg, der Patriarch kommt mit seinen Leuten zu Hülfe, die Burg wird zerstört, die Stadt verbrannt, natürlich mit vielem Blutvergiessen, aber die Heiligen sind wiedergewonnen und dazu auch die von Palmaria, 24 an der Zahl. Der Patriarch zieht triumphirend nach Haus und dankt Gott für den guten Erfolg. Wie nun die damals gewonnene Anastasia nachmals für Benedictbeuern ergaunert wird, ist auch eine erbauliche Geschichte, doch will ich mich dabei nicht weiter aufhalten. Auch möchte ich auf die geschichtliche Wahrheit jener Geschichte von Poppo nicht gar zu viel bauen, sie sieht etwas romanhaft aus, aber mir kommt es nur auf die Unbefangenheit an, womit sie als eine rühmliche That erzählt wird.

Ich habe bei diesen Dingen mich deshalb etwas länger aufgehalten und einige Beispiele von vielen erzählt, weil mir eine Äusserung über diese Translationsgeschichten zum Vorwurf gemacht ist, während doch die Auffassung, dass für diesen Zweck alles nicht nur erlaubt, sondern sogar verdienstlich ist, überall begegnet. War nun ein solcher Heiligenleib unter allerlei Fährlichkeiten aus weiter Ferne gewonnen, so ist es natürlich, dass man diesen merkwürdigen Vorgang auch für die Nachwelt in sorgsam ausgearbeiteter Erzählung festhalten wollte; es kam der Wunsch dazu, allen Zweifeln an der Echtheit zu begegenen, was häufig um so nothwendiger war, da nicht selten verschiedene Kirchen sich desselben Heiligenleibes rühmten. Vor allen Dingen waren auch die Wunder zu berichten, ein Gegenstand der uns immer in eine gewisse Verlegenheit bringt. Es lassen sich ja manche Heilungen durch die Einwirkung starker gemüthlicher Erregung erklären, auch durch Selbsttäuschung, aber alle Erklärungsversuche scheitern, wo, wie so häufig, von völliger Heilung totaler Blindheit und anderer Leiden die Rede ist, bei denen wir nun einmal absolut an die Wirklichkeit nicht glauben können. Und doch werden diese von Personen als Augenzeugen berichtet, denen wir sonst unbedingt Glauben schenken, wie z. B. Einhard. Die betreffenden Personen werden genannt, sie sind der ganzen Gegend bekannt, sowohl in ihrem früheren kranken Zustand, wie in dem späteren der hergestellten Gesundheit. Dabei aber zeigt sich auch derselbe innere Widerspruch, welcher die fabelhaften Märtyrerlegenden so abgeschmackt macht: während nämlich die ausserordentlichsten Wunder naturgemäss jeden Widerstand besiegen mussten, verharren doch die Peiniger in ihrer Wuth und schliesslich verliert der Märtyrer doch sein Leben. Es kann ja nicht anders sein, weil er sonst eben kein Märtyrer wäre. Nicht ganz so krass, aber doch auch recht auffallend, lesen wir auch in diesen Geschichten trotz aller

berichteten Wunder oft von Zweiflern; recht auffallend in den Geschichten von der Erhebung der Gebeine und den Wundern des Erzbischofs Anno von Köln in Siegburg, und in den Wunderthaten der alten Salzburger Erzbischöfe 1181. Es liegt da der Gedanke nahe, dass diese hartnäckigen Zweifler eben besser gewusst haben werden, wie es um die Wunder bewandt war.

Abgesehen von diesen Wundergeschichten sind die Berichte von den feierlichen Übertragungen oft recht werthvolle Geschichtsquellen: sie lehren uns manche alte Sitten kennen, enthalten geographische Notizen und manchmal gelegentlich nicht unwichtige geschichtliche Umstände. Aus dem 9. Jahrhundert ist eine ziemliche Anzahl vorhanden, bis ins 12. Jahrhundert kommen sie noch häufig vor, doch ist von der berühmtesten Übertragung desselben, nämlich der der h. drei Könige von Mailand nach Cöln, keine Aufzeichnung vorhanden, und spätere sind mir nicht mehr bekannt.

Zu den vorhandenen kann ich nun noch eine aus dem Jahre 834 hinzufügen, auf welche Hr. Dümmler mich aufmerksam gemacht hat.

Hitto, von 811 bis 835 (doch sind die Jahre nicht sicher) Bischof von Freising, hat sich um sein Bisthum grosse Verdienste erworben: von seiner Sorgfalt für den äusseren Bestand desselben zeugt das Traditionsbuch, d. h. das Verzeichniss der von der Kirche erworbenen Güter, welches in seinem Auftrag sein Notar Cozroh anlegte; aber auch für die Mehrung des Bücherschatzes sorgte er. Auf der Anhöhe neben seinem Bischofsitze erbaute er eine dem h. Stephan geweihte Kirche, bei welcher er ein Collegiatstift begründete, aus welchem später die berühmte Abtei Weihenstephan geworden ist. Uns ist aus seiner Zeit ein merkwürdiges Gedicht erhalten, zuletzt von Dümmler, Poet. Lat. aevi Carol. II, 120 herausgegeben, welches eine Gerichtssitzung des Pfalzgrafen Timo auf dem Freisinger Berge schildert. Diese wurde seinem Hunde verderblich, der es gewagt hatte, aus der heiligen Quelle S. Corbinians zu trinken und daran sterben musste, und diesem Ereigniss verdanken wir das mit bemerkenswerthem Geschick verfasste Gedicht, welches durch eine energische Polemik gegen die damals üblichen Gottesurtheile sich auszeichnet. Darin heisst es v. 59—64:

Frigisiensis adit frondosa cacumina collis,
  Quo Stephanus facta martyr in aede micat.
Edita surrexere novi fastigia templi,
  Eminus adveniens quod procul aspiciat.
Haec te, praesul Alexander martyrque, parato
  Expectant gremio Cunctipotentis ope.

Man wusste also, dass der Bischof seiner neuen Stiftung den h. Alexander zuführen würde, aber noch war er nicht angelangt;

auch die am Anfang des hier verstümmelten Gedichts fragmentarisch erhaltenen Verse bezeugen, dass jene Begebenheit in demselben Jahre stattfand, in welchem der Bischof nach Rom gereist war, d. h. 834. Auch in dem Nekrologium des Stifts ist angemerkt, dass von Hitto die erste Gründung herrühre, und dass er die Heiligen Alexander und Justinus aus Rom dorthin gebracht habe. Auch aus der Translationsgeschichte findet sich in den Acta Sanctorum, Sept. V, p. 472, ein Auszug, welchen Gamans aus einer Handschrift der Ingolstädter Universität an Stilting geschickt hatte; aber er ist dürftig und sehr incorrect. Dagegen blieb die gleichzeitige Aufzeichnung verborgen; sie hat sich in einer Regensburger Handschrift erhalten, während man sie in Freising nicht mehr besass und nicht kannte. Auch den Bollandisten war bei dem Artikel über S. Alexander (Mai. I, 371) seine Übertragung nach Freising noch ganz unbekannt.

Hitto also begab sich, um für seine neue Stiftung einen Reliquienschatz zu gewinnen, nach Rom, wo er am 23. Mai 834 eintraf, und schon am folgenden Tage, dem Pfingsttage, von Gregor IV. empfangen wurde. Er hatte kein weiteres Anliegen an ihn, auch keinen Auftrag von seinem König, überbrachte aber ein Schreiben desselben, welches seine Bitte um Reliquien unterstützte. Auch waren viele Fürbitter zugegen, welche der Bischof theils durch Geschenke gewonnen hatte, theils von früherer Zeit her zu seinen Freunden zählte. Allein der Pabst lehnte seine Bitte ab: man dürfte, sagte er, Rom nicht ganz von Märtyrern entblössen.

Die Katakomben boten zwar Gebeine in Masse dar, aber gerade Gregor IV. verfuhr solchen Anliegen gegenüber sehr gewissenhaft. Wir ersehen das aus einem Schreiben an den schon oben erwähnten Erzbischof Otgar von Mainz (Jaffé-Ewald, Reg. Pont. n. 2584), welcher die gleiche Bitte an ihn gerichtet hatte. Er antwortete ihm, dass er, wie schon seine Vorgänger, alle Heiligenleiber sorgfältig bestattet und Kirchen zu ihrer Verehrung errichtet habe; Otgar möge ihm Zeit verstatten zu suchen, dann wolle er sehen, ob er noch einen Heiligen für ihn finden könne.

Allein in Hitto's Fall muss die kräftige Fürsprache besser gewirkt haben; der Pabst lässt ihn am sechsten Tage nach seiner Ankunft, am 28. Mai, zu sich rufen, und zeigt zuerst ihm allein, dann den vor der Thür wartenden Begleitern, zu welchen der Berichterstatter gehört, den kostbaren Schatz, welcher also bereits dorthin gebracht war; dann ziehen sie damit fort und erregen dadurch grosses Aufsehen in der Stadt. Denn es war der h. Justinus, welcher in der Legende vom h. Laurentius als der Priester vorkommt, der ihn bestattet hat, und der h. Alexander, der sechste Pabst, oder wenn man

Linus und Cletus nicht mitzählt, der vierte; der Verfasser freilich gibt die Zahl um eine Einheit zu gross an. Es war in der That eine grosse Gunstbezeugung des Pabstes, und recht rücksichtslos gegen seine Römer, welche über den Verlust sehr betrübt waren; sie klagten um den h. Justinus, noch mehr aber um den h. Alexander, welcher an der Stätte seiner Enthauptung, an der Via Nomentana, sieben Miglien von Rom, bestattet war, und dessen Grab zahlreich besucht wurde, weil dort viele Heilungen von Kranken vorkommen sollten.

Die Freisinger kümmerten sich darum nicht; sie hatten aber auch nicht nöthig, Mittel, wie die vorher erwähnten, anzuwenden, um ihren Zweck zu erreichen. Die Autorität des Papstes war augenscheinlich stark genug, um jeden thätlichen Widerstand zu verhindern. Sie begaben sich also mit ihrem Schatz zur Salvatorkirche im Lateran, wo sie die Nacht über dabei wachten, und die Tragbahre zimmerten, in welcher sie die Heiligenleiber fortschaffen wollten. Dabei begab sich das erste Wunder. Einer der Arbeiter fiel von der Mauer, 'casusque per mediam venit cervicem' — ein dunkler Ausdruck. Sie sehen von oben (ab alto) zu und halten ihn für todt, als er plötzlich unversehrt wieder aufspringt. Es ist unklar, auf was für einer hohen Mauer sie sich befanden; vermuthlich war es ein hoher Unterbau der Kirche, da sie doch nicht innerhalb derselben gezimmert haben werden. Über diesen Zurüstungen wird aber ein Tag vergangen sein, wenn es auch nach der Erzählung scheint, als ob sie gleich am folgenden Tage nach Empfang der Reliquien abgezogen wären.

Am 30. Mai ziehen sie ab, von ungeheueren Volksmassen umgeben: es fällt ein gewaltiger Regen, aber niemand lässt sich dadurch hindern. Der weitere Zug ist natürlich von Wundern begleitet, aber ein Ortsname wird leider gar nicht genannt. Je vier Träger tragen das Heiligthum, während die übrige Gesellschaft reitet; die Träger ermüden nicht, und lassen nur ungern sich ablösen, die dazu sich Drängenden werden des Gehens ohne Last eher müde als sie mit ihrer Last. Überall drängt sich die Bevölkerung hinzu; die Bewohner eines jeden Dorfes kommen unter Vortragung von Kreuzen, und geleiten den Zug, bis wieder andere kommen und sie ablösen. Bei Nacht wird die Bahre in einem Zelte verwahrt und sorgfältig bewacht. Kranke strömen in Menge herbei; einige Wunderheilungen werden ausführlich berichtet. Es sind aber nur wenige und deshalb wurden dem Verfasser Vorwürfe gemacht. Er entschuldigt sich damit, dass es viel leichter sei, erzählend davon zu berichten als die Wunder schriftlich darzustellen. Dann aber kommt doch noch eine andere Bemerkung: diejenigen, sagt er, mögen davon berichten, welchen es

verliehen ist, grössere Wunder zu erblicken; er habe sich auf diejenigen beschränkt, welche er selbst gesehen. Können wir nun auch diesen nicht gut vollen Glauben schenken, so haben wir doch sonst keinen Grund, die Wahrheitsliebe des Verfassers zu bezweifeln.

Im Anfang von §. 12, wo von der Unermüdlichkeit der Träger der Bahre die Rede ist, welchen man kaum habe nachkommen können, selbst wo steile Felsen, Wasserfälle und Engpässe den Weg erschwerten, sagt unser Autor: 'Sed omnia vincit amor, et ob hoc illi cedebant amori. Terentianus versus est: Nihil tam facile est, quin difficile fiat quod invitus facias. Quem nos istic ita converso possumus ordine dicere: Nihil inquam tam difficile est, quin facile fiat, quod voluntarius agas.' Das erste Citat ist aus Vergil, Ecl. X, 69: 'Omnia vincit amor: et nos cedamus amori.' Das zweite ist aus Terenz, Heaut. IV, 6, 1: 'Nulla est tam facilis res, quin difficilis siet, Quam invitus facias'. Wir sehen also, dass der Verfasser auch profane Schriftsteller kennt und ohne Bedenken anführt, obgleich schon damals einzelne Fanatiker diese Studien verwarfen. Er erweist sich auch dadurch als aus der karolingischen Schulung hervorgegangen. Zugleich macht die Ungenauigkeit des zweiten Citats es wahrscheinlich, dass er es nur aus dem Gedächtniss anführt, eine Bemerkung, welche man sehr häufig machen kann, z. B. bei den so zahlreichen Citaten des Cosmas von Prag. Es wurde in den Schulen sehr viel auswendig gelernt und gerne brachte man eine solche, im Gedächtniss mehr oder minder gut haften gebliebene Floskel bei irgend einer Gelegenheit an, ohne dass wir deshalb auf Bekanntschaft mit dem betreffenden Schriftsteller schliessen dürfen. So würden wir z. B. gewisse Verse aus Ovids Ars amandi schwerlich so häufig und so unbefangen angeführt finden, wenn die Autoren gewusst hätten, aus welchem verfänglichen Buche sie entnommen sind. Vielleicht kann man aus Citaten, wie 'Cum mora non tuta est' u. s. w. in ganz kirchlich frommen Schriften vielmehr schliessen, dass der Verfasser den Zusammenhang und das ganze Werk nicht kannte. Andere Versfragmente wie §. 3 'totam concitat urbem', §. 11 'sua tecta tenebant' und 'sua signa ferebant' mögen unserem Verfasser zufällig in die Feder gekommen sein. Übrigens schreibt er nicht ohne grammatische Fehler, aber doch leidlich correct. Auffallend ist §. 2 'identidem' für 'idem' und 'impossibilitatem suam' und §. 3 'manicare', wie es scheint statt 'mane venire', §. 4 die schon oben S. 1135 angeführte Stelle, §. 8 'incredibili necessitate' d. h. mit grosser Noth; §. 9 'cibi prope carentiam' d. h. fast die Entbehrung aller Nahrung; §. 13 'quam qui necessario compendiis excludamur' von denen, welche einen schriftlichen Bericht zu machen haben, mir ganz unverständlich.

Abgesehen aber von diesen Mängeln ist das Latein recht gut, die Erzählung einfach und fliessend, in den Ausdrücken eine recht reiche Mannigfaltigkeit. Es ist ein gewaltiger Gegensatz gegen die zugleich fehlervolle und gezierte Schreibart des achten Jahrhunderts, wie sie uns z. B. bei Hitto's Vorgänger Aerbo begegnet. Wir erkennen darin, wie auch nicht minder in dem oben erwähnten gleichzeitigen Gedicht, die Einwirkung der besseren karolingischen Schule, und sehen also auch an diesem Beispiele, wie rasch die neue Schreibart sich durch das ganze Reich verbreitete. Es ist die Schreibart, welche sich durch fleissiges Studium der alten Autoren in der Schule ausgebildet hat, und wenn da Ausdrücke vorkommen, welche an einen oder den anderen alten Schriftsteller anklingen — und wie könnte das anders sein, da man ja nur von ihnen gelernt hatte? — so wird man doch nur in einzelnen Fällen annehmen dürfen, das der betreffende Autor einen solchen Schriftsteller selbst gekannt und sich seine Ausdrücke von ihm geholt habe. Mit solchen Annahmen ist man nach meiner Ansicht in neuester Zeit viel zu leicht bei der Hand gewesen.

Indem ich nun zu der Ausgabe des Textes übergehe, bemerke ich, dass derselbe entnommen ist aus dem Cod. lat. Monac. 13101 (Rat. civ. 101) saec. XII, wo dieses Stück fol. 107 auf die Vita Corbiniani folgt. Unten auf der Seite steht die doppelte Überschrift, fortlaufend ohne eine Unterscheidung; auf der nächsten Seite hat der Rubricator noch die erste Zeile geschrieben, und die Wörter quando, quomodo und unde im ersten Satz mit Accenten auf den Endvocalen versehen. Auf fol. 109 hat ein anderer Schreiber eingesetzt. Der zweite Schreiber war weniger sorgfältig als der erste und hat ziemlich viele Fehler gemacht, aber auch selbst verbessert. Einige kleine leicht kenntliche Versehen sind stehen geblieben. Anstatt der Diphthonge ae und oe findet sich nur das geschwänzte und das einfache e, letzteres bei dem zweiten Schreiber häufiger; da aber im 9. Jahrhundert die Diphthonge noch gebräuchlich waren, habe ich sie überall hergestellt. Auch nihil und nichil wechseln regellos; ich habe deshalb immer nihil gesetzt. Ebenso habe ich zur bequemeren Benutzung den Text in Abschnitte getheilt, welche in der Handschrift fehlen. Die Interpunction beschränkt sich auf Punkte und Fragezeichen, welche fast überall sorgfältig an den richtigen Stellen angebracht sind.

Quomodo sanctus papa Alexander et Justinus prespiter ab apostolica sede Frisingam translati sunt.

Translatio sanctorum Alexandri papae et Justini prespiteri.

1. Volentes satisfacere quaerentibus quando, quomodo vel unde Sancti translati sint, Alexander videlicet atque Justinus, litteris subjecta mandavimus. Quae quidem non verborum compositione, sed rerum veritate constare, fidelis facile lector advertat; incredulus vero de dubietate sibi ingerat caecitatem, porro Sanctis nihil honoris, nihil adimat gloriae.

2. Itaque anno ab incarnatione Christi octingentesimo . xxxiiii . indictione xii. x kal. Jun. Hitto venerabilis antistes Romam devenit, a sua sede Frisingiensi profectus. Quem Romanus papa Gregorius in ipso die pentecostes honorabiliter excipiens, legationis ejus causas diligenter audivit. Erat autem tantummodo pro Sanctis supra jam nominatis. Sed et epistolae regis per eum directae identidem flagitabant. Post crebras ergo locutiones instantissimasque preces vix tandem aliquando cor apostolici manu Dei miserentis est emollitum, scilicet ut in assensum petentis animum inclinaret, cujus pridem postulationes nec spernere poterat nec exaudire volebat. Aderant nostrae partis plurimi rogatores, quos vel xenia vel familiaritas nobis ante conciliaverat. Quibus intervenientibus inpossibilitatem suam saepius causabatur dicens, non debere Romam martyribus usquequaque destitui.

3. Sed misertus est Deus, qui non deseruit sperantes in se; nam adventus nostri sexta demum die papa nuntium boni nobis aegre jam sustinentibus mittens, memoratum pontificem rursum ad se manicare praecepit. Quo jussa complente, deliberatae jam dispositionis pandit archanum. Et primo quidem secreto diutius sermocinantur, deinde latentem thesaurum soli prodit pontifici. Postremo quoque qui pro (sic) foribus praestolabamur omnes optatis donis potimur, Deo gratias, Deo laudes ad lacrimas usque medullitus decantantes. Efferimus ergo preciosi ponderis nobilem sarcinam. Cives subito mirati concurrunt; fama facti totam concitat urbem, praecipue propter sanctum Alexandrum, qui quintus post Petrum, in ordine vero septimus, pontificalem cathedram tenens, martyrio coronatus est et septimo ab urbe miliario via Numentana, ubi decollatus fuerat, erat sepultus. Hujus namque memoriam populus sollempniter frequentabat, eo quod, sicut ipsi ferebant, infirmorum plurimae fierent sanitates. Sed et sanctum Justinum presbiterum, cujus mentionem facit Passio levitae Laurentii,

quem etiam praefatus presbiter sepelivit, sibi de Roma tolli vehementer dolebant.

4. Universis itaque deducentibus ad quos in momento fama pervenerat, Sanctos apud ecclesiam Salvatoris recondimus, dignisque ut mos est vigiliis excubamus. Porro autem quid interim acciderit, memoriae non absurdum aestimo commendandum. Denique cum sollicitus de his qui nobiscum venerant, circa gestatorium quod tanto muneri parabatur, quidam discurreret, inproviso lapsu de muro cecidit, casusque per mediam venit cervicem. At nos ab alto despicientes, eum mori continuo putabamus: cum repente ecce surrexit exiliens, atque ad opus quod reliquerat, nihil mali passus citissime rediit. Quis dubitet hoc ad Sanctorum gloriam provenisse, ut eorum operarius et periculum vitae susciperet, et salutis non subiret?

5. Sequenti vero die id est . iii . kal. Jun. convenit tanta populorum multitudo, quantam vix totam (continere?) posse crederes civitatem. Eximus ergo celeres atque gaudentes. Sed egressum nostrum plebisque concursum subitus imber ac nimius probare quivit, inhibere non valuit. Densabatur nihilominus constipatio catervarum; vulgus simul ac nobiles, omnes in commune pergebant, una voce Dei laudes canebant, Sanctorum suffragia postulantes. Quis ibi se a lacrimis tenuit? Cujus clamorem creber singultus non intercidit? Si tales affectus ac vota Deum non laudant, quid eum per ora mortalium laudare possit ignoro.

6. Hinc jam per totam viam Sanctorum praesentia cuncti solaciamur, ad quorum subvectionem certatim sibi portantium quaternio succedebat. Erat in ferendo veluti quaedam votiva pertinaxque contentio. Portare namque quaerentes equis plerumque desiliebamus, sed persistentibus eis qui jam dudum ferre coeperant, ambulando fessi animalia rursus ascendere cogebamur. Et mirum in modum insequentium major quam vehentium labor erat, nec tantum prosequi vacuus poteram, quantum feretro suppositus ambulare.

7. Fiebat etiam creber interdiu noctuque concursus ad tabernaculum, quo depositas gazas sollicitis servabamus excubiis. Aderant et infirmi, quibus incommoditate corporum continua fatigatis, integra fides praesumptam reddidit sanitatem. quorum quidem nomina quaedam recolo, quosdam vero mihi fateor elapsos memoria. Ut igitur lectoris de reliquis ambiguitatem submoveam, non ab re puto, si compendio studens, huic narrationi pauca breviter inseram, quibus apud merita Sanctorum sese fiducia postulantis suimet incitatrix accendat.

8. Geroldus quidam, pontificalium custos equorum, cum Romam proficisceremur, inter eundum tertiana coepit febre vexari. Is per totum iter nulli ministerio utilis fuit, sed viribus negatis oneri potius

ceteris erat, nam singulis paene horis suprema fati suspectans, anhelos artus in viae crepidine deponebat. Ita maximum iter incredibili necessitate confecit, cottidie egressu maturior, et tardior in perventu. At postquam Roma regressi quarta ni fallor excipimur mansione, a custodibus anxius impetrat, ut subter feretrum sibi liceat pertransire, quo Sanctorum pignora gerebantur. Quo facto, mox incolomitate recepta sanissimus redditur, sospesque factus, sospitantes se debita veneratione subjectis humeris bajolat.

9. Engilboldus etiam senex quartanae febris laborabat incommodo, qui, sicut ipse ferebat, duobus jam circiter annis nulla poterat medicatione curari. Is nobiscum Romam perrexit, unde reversus inolita nihilominus angebatur infirmitate. Jam sui desperationem longaeva fecerat aegritudo, cibique prope carentiam fastidia veterna contraxerant; aestus frigore nimio generatus effeta membra depaverat. Hic igitur superioris exemplo miraculi suscitatus Sanctos adiit, suique jam jamque miserationem supplici prece deposcit. Nec votis effectus defuit; continuo namque sanitate donatus omnium bonorum datori gratias egit.

10. En tria sanitatum dona, quae per nos ipsi probavimus, utcunque protulimus. Sed et alia quamplura, quae testibus roborata veracibus, nemo qui pie sapit inficietur, ut illud de nostro coco nomine Sindker, qui mente captus, quis esset vel quid ageret, nullo poterat monente doceri. A sociis ergo trahitur immo deportatur ad tabernaculum, ubi pro eo pluribus supplicantibus surgit incolomis. Nec non et Anamot quidam de nostris in itinere sensim caecutientibus oculis visum perdiderat. Sanctis itaque per manum tractus se postulat exhiberi. Adest, et lumen recepit quod amiserat.

11. Hujusmodi quapropter gratiarum rumore comperto, quaque profiscebamur neminem vicinorum civium oppidanorumque sua tecta tenebant. Et erat jam quadam lege sanccitum, non necessitatis alicujus sed omnino promtissimae voluntatis, ut ab occurrentibus catervarum turmis eo usque per octo ferme vel amplius spatia milium Sancti deducerentur, donec quoque aliarum villarum plebes cum crucibus obviam properarent. Singuli turmarum globi sua signa ferebant, quibus praeeuntibus confuse multitudo maxima permisceretur. Nonnunquam vero vel profundae paludes vel asperrimae cautes aquarumve lapsus et angusti tramitis fauces proruptae (sic! leg. praeruptae) prosequentes praepediebant, quoniam sicut superius memini cum portantibus currendum potius erat quam ambulandum.

12. Sed omnia vincit amor, et ob hoc illi cedebant amori. Terentianus versus est: Nihil tam facile est, quin difficile fiat quod invitus facias. Quem nos istic ita converso possumus ordine dicere: Nihil inquam tam difficile est, quin facile fiat, quod voluntarius agas.

Quis alius eis hunc ardorem, nisi tu, Jesu bone, donaveras (sic)? Tu enim solus etiam tunc vincis cum judicaris, et idcirco tuos semper invincibiles facis, ut ille castrorum tuorum miles et invictissimus adhleta: Quis inquit (nos) separabit a karitate Christi? tribulatio? angustia? etc. (Rom. 8, 35). Item: sed omnia superamus propter eum qui dilexit nos (ib. v. 37). Me miserum! fateor toties ipse membris etiam intremuisse, quoties vel ad vehendum manus admovi, vel ad supplicandum promtulus adii. Quiddam enim supra humanam naturam adesse sentiebatur, ab eis utique qui fideliter accedebant.

13. Novi lectorem miraculorum lectionibus amplius delectari. Quae quidem cum plura sint, a colloquente melius quam dictante narrantur, quam qui necessario compendiis excludamur. Non enim tam luculenter auditorem mulcere quam quaerentem simpliciter coepimus (leg. cupimus) edocere. Sed et cottidie languentibus apud Sanctorum memoriam beneficia divina proveniunt. Nam cum ista dictarem, affuere nonnulli, qui me quasi redarguere conabantur, eo quod maxima gestorum pars a nobis omitteretur. Referant illi quibus hinc majora videre donatum est; porro nos ea dixisse sufficiat, quae sub oculis ipsi conspeximus, qui materiae succumbentes copia magis rerum quam inopia velud inertes excipimur.

Ausgegeben am 11. December.



1884.
L.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

4. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Hofmann machte folgende zwei Mittheilungen:

1) Noch einige Beobachtungen über das Amidophenylmercaptan;

2) Zur Geschichte des Phenylcyanats.

Dieselben werden in einem der nächsten Berichte erscheinen.

2. Der Vorsitzende legte eine Mittheilung von Hrn. Prof. G. Fritsch vor: Über den Angelapparat des Lophius piscatorius. Dieselbe folgt umstehend.



Über den Angelapparat des Lophius piscatorius.

Von Prof. G. Fritsch.

Bereits im Jahre 1874, als ich zum Zweck zoologischer Studien die Küste Kleinasiens bereiste, war es mir gelungen an dem verlängerten Mark des Anglerfisches ein bisher völlig unbekanntes, höchst merkwürdiges Centralorgan aufzufinden. Das Gehirn besitzt nämlich hinter dem Calamus scriptorius der Rautengrube eine oberflächlich lagernde Schicht riesenhafter Ganglienzellen, welche die hintere Längsspalte der Medulla ausfüllt.

Die eigenthümliche Anhäufung dieser mächtigen nervösen Elemente am Centralorgan musste mich mit Nothwendigkeit an die entsprechende Anordnung solcher Theile am Gehirn des Zitterrochens erinnern, und ich gab diesem Gedanken Ausdruck, indem ich diesen Gehirnabschnitt in der damals einer Königlichen Akademie vorgelegten Arbeit über das Fischgehirn »einen pseudoëlektrischen Lappen« nannte.

Aus Mangel an Material war es mir zu jener Zeit unmöglich, die Natur dieses Organs näher zu untersuchen, die merkwürdigen Vergleichungspunkte mit nervösen Centren elektrischer Nerven mussten mich aber gewiss bestimmen bei der letzten, dem Studium elektrischer Fische gewidmeten Reise auch den Lophius piscatorius in das Programm aufzunehmen.

Diesem Plan gemäss wurde gehandelt, aber erst jetzt fand sich genügende Musse, um die auf der Reise begonnene Arbeit über den genannten Fisch zu einem befriedigenden Abschluss zu bringen. Die Ergebnisse scheinen mir bemerkenswerth, da sie mannigfache Betrachtungen über die Natur nervöser Elemente, zumal der Centren elektrischer Nerven mit sich bringen, welche geeignet sind, mehr Licht in diesen dunklen Gebieten zu verbreiten.

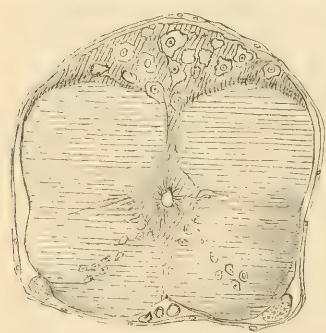
Im Folgenden möchte ich mir erlauben, die hauptsächlichsten Resultate übersichtlich zusammen zu stellen, die ausführliche Beschreibung einer späteren Zeit vorbehaltend.

Die Ganglienzellen des zu beschreibenden Centralorgans dürften nach Schätzung in runder Zahl etwa 200 betragen. Sie sind multipolar, doch überwiegt der Axencylinderfortsatz durch seine Mächtigkeit in auffallender Weise. Ihre Grösse beträgt 0.13^{mm} bis 0.257^{mm},

der bläschenförmige Kern hat ovale Gestalt bei 0.07^{mm} des Hauptdurchmessers, das mächtige, robuste Kernkörperchen noch 0.034^{mm}.

Die Zellen passen sich in ihrer allgemeinen Gestaltung der Nachbarschaft an, indem sie in der Mitte des Organs mehr rundlich sind, links und rechts, sowie an dem hinteren Ende sich auf den unterliegenden Theilen der Medulla abflachen. Sie werden von einer im Leben fast durchsichtigen Auflockerung der Neuroglia umhüllt, welche sich um jede einzelne Zelle nach Art einer unvollkommenen Kapsel etwas verdichtet. Die enorme Grösse und freie Lagerung der Zellen macht es möglich, sie ohne Schwierigkeit mit unbewaffnetem Auge am unverletzten Centralorgan zu erkennen. Das kräftige, feinkörnige Protoplasma des Zellleibes ist besonders bei den grösseren Zellen vielfach ausgebuchtet und an dem Umkreis selbst von Vacuolen durchsetzt, in welche sich die gerade hier sehr zahlreichen Capillargefässe hineinzudrängen pflegen.

Der abwärts vorragende Theil des Protoplasmakörpers giebt einem mächtigen Axencylinder den Ursprung, der von ihm mit breiter Basis entspringt und nun im Bogen um die rundlichen Anschwellungen der Medulla besonders medianwärts in die Tiefe dringt. Noch etwas höher als der Centralcanal (den Fisch stets horizontal gedacht) sammeln sich die Axencylinder zu einer compacten Fasermasse, deren Verlauf nach vorn zu gerichtet ist, d. h. sie verlaufen wie die sogenannte aufsteigende Trigeminuswurzel anderer Wirbelthiere. Die Durchmesser der Axencylinder betragen in diesem Abschnitt bis 0.027^{mm}. Sie erreichen in ihrem Verlauf die Austrittstellen der Vagus- und Trigeminuswurzeln, welche beiden Faserbahnen beim Lophius noch engere Beziehungen zu einander halten als gewöhnlich, und verlassen das Gehirn, indem sie sich alsbald sensitiven Wurzeln des Vagus und Trigeminus anschliessen.



Durchschnitt der Medulla oblongata mit dem Lobus n. later. von Lophius. (Schematisch.)

Es galt nun zu untersuchen, ob sie im weiteren Verlauf noch kenntlich sein würden; zu meiner grossen Freude liess sich constatiren, dass dies ohne Schwierigkeit gelingt, da die Verlängerungen der Axencylinder in den Wurzeln sogar noch an Breite zunehmen und Kolossalfasern darstellen, welche den Durchmesser von 0.032^{mm} zeigen können, während die breiten, motorischen Axencylinder desselben Präparates nur 0.0032 messen. Es scheint, dass diese Ver-

mehrung des Faserdurchmessers auf Verschmelzung von Axencylinderfortsätzen zurückzuführen ist, da die Zahl der letzteren, ebenso wie die der Zellen selbst grösser ist als die Zahl der gebildeten Kolossalfasern.

Sehr auffallend ist auch, dass diese im Unterschied von den motorischen Nervenfasern wenigstens im Balsampräparat keine Spur einer Markscheide erkennen lassen, sondern von einer starken, mit ovalen Kernen dicht besetzten Henle-Schwann'schen Scheide umgeben sind. Sie füllen dieselbe häufig vollkommen aus, in anderen Fällen hat sich ihre Substanz offenbar durch Schrumpfung hier und da von der Wandung zurückgezogen. Der Faserquerschnitt ist deutlich punktirt als Ausdruck fibrillärer Zusammensetzung, welche auch der Längsschnitt erkennen lässt, wenn auch weniger deutlich als man nach der Punktirung des Querschnittes vermuthen könnte: dies dürfte seinen Grund in dem Umstande haben, dass die Fibrillen nicht parallel angeordnet sind, sondern sich etwas verflechten. Die Kolossalfasern imbibiren sich weniger leicht mit Carmin als die motorischen, kurz, sie verhalten sich darin, ebenso wie in Bezug auf die Scheiden, ähnlich den blassen Nervenfasern. Die weiter abwärts von den Vaguswurzeln gelegenen Nervenursprünge erhalten keine der Riesenfasern mehr; vielleicht dass Nervus spinalis I noch vereinzelte, weniger deutlich unterschiedene aufnimmt.

Es fragt sich nun: Was bedeuten die Kolossalfasern und wo endigen sie?

Wir sind gewiss berechtigt, diesem Plus auf Seiten des Nervensystems gegenüber ein entsprechendes Plus an peripherischen Organen zu erwarten, und es könnten vielleicht auch dem Lophius elektrische Batterien eigenthümlich sein. Von solchen ist bisher indessen Niemandem etwas bekannt geworden, dagegen zeigt der Fisch eine Entwickelung des Hautsystems, wie sie meines Wissens einzig in ihrer Art dasteht.

Der italienische Fischer nennt den Lophius »Pescatore«, wonach der Fisch bekanntlich auch im System bezeichnet wurde, und begrüsst ihn also als Handwerkscollegen. In der That ist dieser Name sehr treffend gewählt; denn der Lophius erwirbt sich wirklich »sein tägliches Fleisch« als geschickter Angler. Die Möglichkeit zu solcher Thätigkeit giebt ihm eben die merkwürdige Entwickelung des Hautsystems, welche ein erstaunliches Beispiel specieller Anpassung darstellt.

Der kurze, mit unverhältnissmässig breitem und grossem Kopf versehene Körper des Fisches, dessen Weite des Maules über ein Drittel der Gesammtlänge beträgt, ist längs der Kieferränder, an den Seitenlinien und Flossen mit zierlich blattförmigen Anhängen der Haut besetzt,, welche im Leben regelmässig und symmetrisch geordnet erscheinen. Die Blättchenreihen maskiren den träge am Boden ruhenden,

halb im Schlamm eingegrabenen Fisch so vollkommen, dass er aussieht, als hätten verblasste Florideen und Corallineen einen flachen Stein dicht überwachsen. So liegt er im Hinterhalt und lässt, unbemerkt von der Beute, seinen Angelapparat spielen.

Als solcher dient ihm ein langer bis auf den Rand der Nasenbeine vorgeschobener, dünner Flossenstrahl, welcher, selbst ganz steif und erheblich lang, beweglich am Grunde eingelenkt ist, wo sich als Erheber und Senker zwei Muskelpaare ansetzen. An dem Ende dieses nackten, im Wasser wenig sichtbaren Strahles, des Angelstockes, findet sich ein mannigfach gestalteter Anhang von weichem Gewebe, bald wurmförmig von Aussehen, bald wie ein monströses Insect mit langen Flügeln. Es fehlt somit der Angel nicht an der Lockspeise und scheint in manchen Gewässern das Angeln mit dem Wurm günstiger zu sein, in anderen wiederum das mit der Fliege; freilich kann der fischige Fischer nicht nach eigener Wahl die Lockspeise wechseln, sonder muss dies der Naturzüchtung überlassen.

Die angelockte Beute wird dann von dem Lophius ohne Mühe aufgeschnappt; sie fährt ihm wohl von selbst, nach dem plötzlich niedergelegten Köder haschend in den zum richtigen Moment geöffneten Rachen, der seiner enormen Weite nach mit dem Hamen des menschlichen Fischers verglichen werden kann.

In Smyrna zeigten die Lophius öfter den wurmförmigen Anhang der Angel, in Neapel und Triest gewöhnlich den fliegenförmigen, zuweilen selbst ungemein verlängerte Membranen. Hinter dem Hauptstrahl, der eigentlichen Angel, folgen noch ein oder mehrere andere, welche aber nicht den Endanhang führen, sondern ganz nackt sind oder unregelmässige Anhänge in verschiedener Höhe am Strahl tragen, also nur zur Vervollständigung der Maske dienen können.

Es lag nahe, das soeben beschriebene Centralorgan mit der mächtigen Entwickelung des Hautsystems in Verbindung zu bringen, und diese Vermuthung hat der Verlauf der Kolossalfasern, soweit sich derselbe bisher feststellen liess, auch bestätigt. Ich führte bereits oben an, dass dieselben sich den sensitiven Bahnen anschliessen, und gewiss kann man schon von vornherein annehmen, dass die je zwei Muskelpaare der Strahlen auf dem Kopfe, wie solche kleiner den Rückenflossenstrahlen gleichfalls eigen sind, den enormen Aufwand in der Entwickelung gangliöser Centren nicht gut erklären könnten. Die Hunderte von Blättchenanhängen auf der Haut, welche mit Gefühlsnerven zu versehen sind, wäre es auch nur, um über die zierliche, regelmässige Anordnung zu wachen, machen jedenfalls einen höheren Anspruch an die Innervationscentren.

In den Wurzeln des Trigeminus und Vagus, begleitet von gewöhnlichen sensitiven und sympathischen Fasern, ziehen die Kolossal-

fasern zu den Spinalganglien dieser Nerven, um dann jenseits in die Hautäste des Seitennervensystems und der Trigeminusverzweigung einzutreten. Sie sind hier durch plötzlichen Zerfall beim Durchtritt durch die Ganglien, wo sich ihnen die Fortsätze dieser Zellen beimischen, erheblich schmaler geworden, und bilden bei der geringen oder fehlenden Entwickelung des Markes dichte, schwieriger zu erkennende Bündel, deren Endverzweigung in der Haut bisher noch nicht festgestellt werden konnte. Vielleicht führen sie uns später zu Endapparaten, die noch andere der Zeit ungeahnte Beziehungen auf die Function haben.

Was die allgemeinen Betrachtungen anlangt, zu denen der Befund anregt, so möchte ich zunächst darauf hinweisen, wie erfreulich es für das Studium der Ganglienzellen überhaupt sein dürfte, ein Object gefunden zu haben, welches durch die relative Grösse, die freie Lagerung und nicht sehr mühsame Beschaffung des Materials die Möglichkeit bietet, mancher Frage nach der Natur dieser Elemente näher zu treten. Wenn man hier eine Ganglienzelle in eine Schnittserie zerlegt hat und mittels einer nur hundertfachen Vergrösserung untersucht, so kann man z. B. nicht mehr auf die Idee kommen, ob nicht vielleicht der Axencylinderfortsatz vom Kern, oder gar vom Kernkörperchen seinen Ursprung nimmt. Es verschwindet die von Max Schultze vertheidigte Vorstellung vom fibrillären Bau des Protoplasma's der Ganglienzelle selbst und gewinnt diejenige vom fibrillären Bau des von ihr ausgehenden Axencylinders. Wenn irgend wo, so ist hier über den Bau des Kernes und des Kernkörperchens weitere Einsicht zu gewinnen, da zumal letzteres ein wahrer Riese seines Geschlechtes ist. Ferner muss die Anordnung der Elementartheilchen in den Kolossalfasern leichter zu erforschen sein als in anderen bekannten Nervenfasern.

Wir sehen wiederum im vorliegenden Falle, wie bei den elektrischen Fischen, welche innige Wechselbeziehung zwischen der Ausbildung peripherischer Organe und der zu ihnen gehörigen nervösen Centren besteht. Die Vergleichungspunkte mit dem Bau der elektrischen Fische mussten mir persönlich mit Rücksicht auf die noch unbeendeten Arbeiten in diesem Gebiet besonders wichtig erscheinen.

Ich glaube es mit vollster Überzeugung aussprechen zu dürfen, dass der Befund bei Lophius meiner Behauptung, die Entwickelung des elektrischen Organs nebst zugehörigen Nerven bei Malopterurus gehöre einer anderen nicht musculären Kategorie solcher Bildungen an, eine neue, unerwartete Stütze gewährt. Der Zitterwels hat nicht mehr allein seine Riesenganglienzellen, noch auch die von denselben ausgehenden Kolossalfasern, sondern theilt diese Eigenthümlichkeit mit dem Anglerfisch. Bei beiden Fischgattungen lagern die Ganglienzellen im sensitiven Gebiet des Rückenmarks; bei beiden verlaufen

die Nerven derselben zu Hautorganen. Sie trennen sich durch diese Merkmale definitiv vom Charakter der motorischen Centren.

Die Analogie zwischen beiden Organen unterliegt indessen gewissen Beschränkungen: Bei Malopterurus sind es nur zwei Ganglienzellen, bei Lophius eine erhebliche Anzahl; bei ersterem sind sie in der Rückenmarksubstanz hinter dem Centralcanal eingebettet, bei letzterem derselben aufgelagert; bei jenem entwickelt sich die elektrische Faser aus einem Geflecht der mächtig ausgebildeten Protoplasmafortsätze, bei diesem treten diese Fortsätze nur schwach auf und der Axencylinderfortsatz entspringt direct; beim Zitterwels sind die Scheiden des elektrischen Nerven im Vergleich zum Axencylinder, den eine spärliche Markscheide umgiebt, ungeheuer vermehrt, beim Anglerfisch fehlt ein deutliches Fettmark um die mächtigen Axencylinder der Wurzeln; dieselben senken sich wie eine richtige sensitive Nervenwurzel in Spinalganglien ein, während nach Bilharz jene an den Ganglien ununterbrochen vorbeiziehen sollen.

Auch diese Abweichungen geben viel zu denken und dürften geeignet sein mehr Licht über die Natur der in Rede stehenden Organe zu verbreiten. Freilich ist es zur Zeit noch unmöglich anders als vermuthungsweise darüber zu sprechen. So möchte ich die Verschiedenheit des Nervenursprungs von der Zelle nicht als eine principielle, sondern als eine graduelle auffassen; denn bei den Lophiuszellen ist der breit von dem lückenhaften, unregelmässigen Protoplasmakörper entspringende Axencylinder auch schon etwas aus der innigen Verbindung mit der Zelle gerückt, wie es dann unter noch stärkerer Ausbildung der Fortsätze bei Malopterurus in so hohem Grade der Fall ist.

Ich habe die Überzeugung gewonnen, dass die mächtige Entwickelung der Protoplasmafortsätze bei den nur zweifach auftretenden Ganglienzellen des Malopterurus das Zeichen ist, dass sie mit entfernteren Centralorganen (etwa dem auffallend grossen Cerebellum) in besonders inniger Verbindung stehen, während die locker lagernden, virtuell beinahe unipolaren Ganglienzellen des Lophius (bei minimalem Cerebellum) ein Centralorgan von grösserer Selbständigkeit bekunden.

So würde der scheinbare Widerspruch beim Zitterwels im Vergleich mit den andern elektrischen Fischen, wo zahlreiche Ganglienkörper die Innervation der elektrischen Organe besorgen, weniger befremdend; d. h. man hätte sich zu denken, dass die vielen Ganglienzellen (mit einem überwiegenden Fortsatz) bei Torpedo und Gymnotus, respective Lophius, die Innervation directer besorgen als die zwei Zellen des Malopterurus mit den mächtigen Geflechten der Fortsätze. Ein Seitenblick auf Mormyrus, mit dem ungeheueren Kleinhirn, bei äusserst dürftigem Rückenmark, legt die Vermuthung ebenfalls nahe.

die alte Anschauung der Anatomen, der eben genannte Hirntheil habe etwas mit der Innervation der elektrischen Organe zu thun, sei nicht ganz unberechtigt.

Ist meine Behauptung richtig, dass beim Zitterwels die elektrischen Organe umgewandelten Drüsenelementen homolog sind, so würde die Besonderheit der Organnerven, welche durch den Ursprung, die enormen Scheiden, dürftige Markentwickelung, Nichtbetheiligung an den Spinalganglien eine Mittelstellung zwischen motorischen und sensitiven Nerven einnehmen, als Drüsennerven begreiflicher werden.

Schliesslich möchte ich noch ein paar Worte hinsichtlich des Lophius-Rückenmarks anfügen. Der geringen Entwickelung des Rumpfes entspricht die auffallende Verkürzung des Rückenmarkes, welches früh und vollständig in die Bildung einer Cauda equina übergeht. Es könnte die Annahme entstehen, dass die sonst in der Medulla spinalis vertheilten Ganglienzellen wegen der Verkürzung des Organs etwa an eine Stelle zusammengedrängt seien, um die oben beschriebene Ansammlung hinter der Rautengrube zu bilden.

Diese Annahme ist allerdings schon durch die Beobachtungen über Lagerung der Zellen, Natur und Verlauf der daraus hervorgehenden Axencylinder widerlegt, zumal den spinalen Wurzeln kein nennenswerther Antheil an diesen zufliesst; es kommt aber hinzu, dass das Lophius-Rückenmark trotz seiner Verkürzung und geringem Durchmesser gut ausgebildete, motorische Ganglien der Vorderhörner in reichlicher Anzahl enthält.

Somit vereinigt sich Alles, um die beschriebene Bildung als ein Centralorgan *sui generis* erscheinen zu lassen, wofür ich die Bezeichnung Lobus nervi lateralis vorschlage, da die davon ausgehenden Nerven wenigstens vorwiegend in das Seitennervensystem übertreten.

Möge es seiner Vorzüge wegen allen Freunden anatomischer und physiologischer Studien des Nervensystems hierdurch zu genauerer Erforschung angelegentlich empfohlen sein.

Ausgegeben am 11. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.

LI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

11. December. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. G. Kirchhoff machte eine Mittheilung über einige Anwendungen der Theorie der Formänderung, welche ein Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird.

2. Hr. Fuchs machte eine Mittheilung über eine Form, in welche sich das allgemeine Integral einer Differentialgleichung erster Ordnung bringen lässt, wenn dasselbe algebraisch ist.

3. Hr. Kronecker machte eine Mittheilung über näherungsweise ganzzahlige Auflösung linearer Gleichungen.

Die drei Mittheilungen folgen umstehend.



Über einige Anwendungen der Theorie der Formänderung, welche ein Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird.

Von G. Kirchhoff.

Ich erlaube mir der Akademie einige Anwendungen der Theorie der Formänderung vorzulegen, welche ein Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird. Ich will anknüpfen an die Darstellung dieser Theorie, die ich in den Sitzungsberichten vom 28. Februar 1884 gegeben habe, und die dort gebrauchten Bezeichnungen benutzen. Der betrachtete Körper ist dort als ein fester elastischer vorausgesetzt; man braucht in den dort abgeleiteten Formeln aber nur die mit k'' bezeichnete Constante $= 0$ zu setzen, um sie auf den Fall anwendbar zu machen, dass der Körper eine Flüssigkeit, eine tropfbare oder gasförmige, ist, wodurch man diejenigen Formeln erhält, die für diesen Fall Hr. von Helmholtz in einer Mittheilung an die Akademie am 17. Februar 1881 abgeleitet hat, und die wiederum in die früher schon von Sir W. Thomson und Cl. Maxwell aufgestellten übergehen, wenn die Constante $k' = 0$ gesetzt wird, was erlaubt ist, wenn die Flüssigkeit als incompressibel betrachtet werden darf, da dann ihre Gleichgewichtsfigur von dem Werthe von k' unabhängig ist. Auf diesen einfachsten Fall kommen die Versuche zurück, deren Beschreibung Hr. Quincke am 5. April 1883 und am 17. Januar 1884 der Akademie vorgelegt und durch die er die Diëlektricitäts-Constante und die von ihm sogenannte Diamagnetisirungs-Constante für eine grosse Zahl von Flüssigkeiten bestimmt hat. Es sollen die nächsten Betrachtungen sich auf eine Anordnung beziehen, wie sie bei diesen Quincke'schen Versuchen stattfand.

1.

Man denke sich ein magnetisches Feld, das durch einen elektrischen Strom hervorgerufen ist, der nach Willkür erzeugt und unterbrochen werden kann. Bei den Quincke'schen Versuchen war dasselbe

mit Hülfe eines kräftigen Elektromagneten hergestellt, dessen ebene Polflächen in einem Abstande von einigen Millimetern von einander sich befanden. In dem grössten Theile des Raumes zwischen den Polflächen war die magnetische Kraft nahezu constant, in der Nähe ihrer Ränder nahm sie schnell ab und war nahezu $= 0$ in mässiger Entfernung von diesen Rändern ausserhalb jenes Raumes. In einem solchen magnetischen Felde seien verschiedene Körper, die einander berühren, theils feste, theils flüssige, vorhanden: die festen sollen als starr, die flüssigen als incompressibel angesehen werden, sowohl wenn sie tropfbar, als wenn sie gasförmig sind; die Änderungen der Dichtigkeit sollen also vernachlässigt werden, ausser insofern, als sie Änderungen des Druckes bedingen. Es handelt sich darum, die Bedingungen für das Gleichgewicht der Flüssigkeiten zu bilden; als wirksam sollen dabei neben den magnetischen Kräften die Schwere und die Capillarkräfte angenommen werden. Der Index 1 beziehe sich auf eine der Flüssigkeiten, p_1 sei der Druck in einem Punkte derselben, der Druck, der abhängig ist von der in unendlich kleinen Grenzen variirenden Dichtigkeit, ϕ_1 das magnetische Gesammtpotential, μ_1 die Dichtigkeit, g die Intensität der Schwere, und die Richtung der x-Axe sei die der Schwere. Aus dem S. 148 meiner citirten Abhandlung für die Kraft A aufgestellten Ausdrucke folgt dann

$$p_1 = \mu_1 g x + \frac{k_1'}{2}\left(\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z}\right)^2\right) + c_1, \qquad (1)$$

wo c_1 eine Constante bezeichnet. Eine ähnliche Gleichung gilt für jede der vorhandenen Flüssigkeiten.

Für die Berührungsfläche zweier Flüssigkeiten, 1 und 2, hat die Differenz $p_1 - p_2$ einen von Null verschiedenen Werth. Derselbe rührt zum Theil von den Capillarkräften, zum Theil von den magnetischen her. Es seien r' und r'' die Hauptkrümmungsradien eines Elementes der Berührungsfläche, positiv gerechnet, wenn die Oberfläche der Flüssigkeit 1 eine convexe ist, n die nach dem Innern der ersten Flüssigkeit gerichtete Normale des Elements, H eine von der Natur der beiden Flüssigkeiten abhängige Constante; dann ist

$$\begin{aligned} p_1 - p_2 = \frac{H}{2}\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{r''}\right) + \left(\frac{1}{4\pi} + k_1\right)\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial n}\right)^2 - \left(\frac{1}{4\pi} + k_2\right)\left(\frac{\partial \phi_2}{\partial n}\right)^2 \\ - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4\pi} + k_1 - k_1'\right)\left(\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z}\right)^2\right) \qquad (2) \\ + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4\pi} + k_2 - k_2'\right)\left(\left(\frac{\partial \phi_2}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_2}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_2}{\partial z}\right)^2\right). \end{aligned}$$

Man findet diese Gleichung aus den a. a. O. S. 147 für $A_x, A_y, \ldots$ aufgestellten Ausdrücken, wenn man eine der Coordinatenaxen mit der Normale n zusammenfallen lässt und benutzt, dass für die Berührungsfläche

$$\phi_1 = \phi_2$$
$$\left(\frac{1}{4\pi} + k_1\right)\frac{\partial \phi_1}{\partial n} = \left(\frac{1}{4\pi} + k_2\right)\frac{\partial \phi_2}{\partial n} \tag{3}$$

ist. Substituirt man in die Gleichung (2) für p_1 den in (1) angegebenen Ausdruck, für p_2 den entsprechenden und eliminirt mit Hülfe von (3) ϕ_2, so erhält man

$$c_1 - c_2 = (\mu_2 - \mu_1)\, gx + \frac{H}{2}\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{r''}\right) \tag{4}$$
$$- \frac{2\pi(k_2 - k_1)^2}{1 + 4\pi k_2}\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial n}\right)^2 + \frac{k_2 - k_1}{2}\left(\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z}\right)^2\right).$$

Stossen 3 verschiedenartige Körper in einer Linie zusammen, so wirken auf die Theile dieser Linie noch besondere, von der Capillarität herrührende Kräfte, welche mit einander im Gleichgewicht sein müssen. Fällt die Grenzlinie der Berührungsfläche zweier Flüssigkeiten in die Oberfläche eines festen Körpers, die hier keine scharfe Kante darbietet, so ist die Bedingung für dieses Gleichgewicht die, dass die Trennungsfläche der beiden Flüssigkeiten die Oberfläche des festen Körpers unter einem bestimmten Winkel schneidet. Dieser Winkel muss derselbe sein, mögen magnetische Kräfte wirken oder nicht wirken.

2.

Es kann der Fall stattfinden, dass das Gleichgewicht beim Eintritt der magnetischen Kräfte dadurch erhalten wird, dass man den Druck in geeigneter Weise verändert, ohne dass irgendwo die geometrischen Verhältnisse geändert werden. Sind nur zwei Flüssigkeiten, 1 und 2, vorhanden und sind δc_1 und δc_2 die Vergrösserungen, welche die Constanten c_1 und c_2 erfahren, wenn die magnetischen Kräfte in Wirksamkeit treten und das Gleichgewicht erhalten wird, so muss nach (4) für die Berührungsfläche

$$\delta c_1 - \delta c_2 = -\frac{2\pi(k_2 - k_1)^2}{1 + 4\pi k_2}\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial n}\right)^2 + \frac{k_2 - k_1}{2}\left(\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z}\right)^2\right) \tag{5}$$

sein.

Es werde nun angenommen, dass k_1 und k_2 als unendlich klein betrachtet werden dürfen. Diese Voraussetzung ist bei den von Hrn.

Quincke untersuchten Flüssigkeiten erfüllt. Diejenige von ihnen, bei der k seinen grössten Werth hatte, war eine wässrige Lösung von Eisenchlorid von der Dichtigkeit 1.51, und für diese fand er[1]

$$k = 65.10^{-6},$$

wenn für atmosphärische Luft diese Grösse = Null gesetzt wird. Ausser den beiden Flüssigkeiten 1 und 2 mögen in dem magnetischen Felde noch feste polarisirbare Körper vorhanden sein, für welche die Constante k ebenfalls unendlich kleine Werthe besitzt. Die Gleichung (5) vereinfacht sich dann zunächst dadurch, dass das erste Glied ihrer rechten Seite gegen das zweite vernachlässigt werden kann.

Ferner darf für ϕ_1 der Werth gesetzt werden, den das Potential haben würde, wenn überall in dem magnetischen Felde $k = 0$ wäre, oder wenn (was gleichbedeutend hiermit sein soll) atmosphärische Luft das ganze magnetische Feld erfüllte. Bezeichnet man durch ϕ diesen Werth, so wird die genannte Gleichung also

$$\delta c_1 - \delta c_2 = \frac{k_2 - k_1}{2}\left(\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)^2\right).$$

Damit diese, für die Berührungsfläche von 1 und 2 geltende Bedingung erfüllt werden kann, muss die magnetische Kraft für diese Fläche eine constante Grösse haben.

Die Flüssigkeit 1 sowohl, als die Flüssigkeit 2 soll bis zu Orten reichen, in denen die magnetischen Kräfte, wenn sie erregt sind, eine verschwindend kleine Intensität besitzen: der Gleichung (1) zufolge sind dann δc_1 und δc_2 die Vergrösserungen, die der Druck hier erfährt, wenn die magnetischen Kräfte in Thätigkeit gesetzt werden und das Gleichgewicht erhalten wird. Endlich möge die Anordnung getroffen sein, dass die Druckänderung $\delta c_2 = 0$ ist; die Druckvermehrung δc_1 ist dann

$$= \frac{k_2 - k_1}{2}\left(\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)^2\right). \tag{6}$$

Nach dieser Formel hat Hr. Quincke seine Versuche berechnet. Die Voraussetzungen, die derselben zu Grunde liegen, waren bei ihnen in zwei verschiedenen Weisen verwirklicht. Bei der einen Methode diente eine gläserne, U-förmige Röhre, die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit theilweise gefüllt war, und deren einer Schenkel zwischen den Polflächen des Elektromagneten, deren anderer ausserhalb der-

[1] Hr. Quincke hat aus seinen Messungen eine Grösse berechnet, die er $\mathfrak{k}$ genannt hat und die mit dem hier eingeführten k in der Relation steht

$$k = \mathfrak{k} \cdot 2g.$$

selben sich befand. Die zu untersuchende Flüssigkeit ist hier als die Flüssigkeit 1, die atmosphärische Luft als die Flüssigkeit 2 zu rechnen. Bei der anderen Methode erfüllte die zu untersuchende Flüssigkeit den grössten Theil des Raumes zwischen den horizontal gestellten Polflächen, während den Rest eine flache Luftblase einnahm, die beide Polflächen berührte und mit einem aussen befindlichen Manometer communicirte. Hier ist die zu untersuchende Flüssigkeit die Flüssigkeit 2 und die atmosphärische Luft die Flüssigkeit 1.

3.

Die hier angestellten theoretischen Betrachtungen gelten auch, wenn statt der magnetischen Kräfte elektrische thätig sind, und Hr. Quincke hat auch die Dielektricitäts-Constanten verschiedener isolirender Flüssigkeiten durch Versuche bestimmt, die den zuletzt erwähnten magnetischen Versuchen ganz ähnlich sind. Zwischen zwei horizontale Condensatorplatten, die in einem, mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllten Gefässe aufgestellt waren, hatte er eine flache Luftblase gebracht, die beide Platten berührte und durch eine, in der oberen mündende Röhre mit einem Manometer communicirte, das ausserhalb des Gefässes sich befand. Wurde der Condensator geladen, so zeigte das Manometer eine Vermehrung des Druckes an. Auch für diese gilt der Ausdruck (6), obwohl hier die Grössen k_1 und k_2 nicht als unendlich klein zu betrachten sind, wenn nur die Dicke der Luftblase (also der Abstand der Condensatorplatten) unendlich klein ist gegen ihre horizontalen Dimensionen.

Es seien $x = 0$ und $x = \alpha$ die Gleichungen der inneren Oberflächen der beiden Condensatorplatten, $\phi = 0$ und $\phi = P$ die Werthe des Potentials in diesen, wenn sie geladen sind. Alle in Betracht kommenden Grenzflächen heterogener Körper sollen Rotationsflächen sein, deren gemeinsame Axe die x-Axe ist. Welche Function ϕ von x, y, z in der Nähe des Randes der Luftblase ist, lässt sich mit den jetzigen Hülfsmitteln der Analysis allgemein nicht finden, aber man weiss Folgendes: Es ist ϕ überall eine Function von x und $\sqrt{y^2+z^2}$; für $x = 0$ und $x = \alpha$ verschwinden an den Oberflächen der Condensatorplatten $\frac{\partial\phi}{\partial y}$ und $\frac{\partial\phi}{\partial z}$, und in einer Entfernung vom Rande der Blase, die gross genug gegen α ist, ist sowohl in ihr, als in der umgebenden Flüssigkeit

$$\phi = P\frac{x}{\alpha}. \tag{7}$$

Nun fasse man einen unendlich kleinen Raum ins Auge, der begrenzt ist

durch die Ebenen $x = o$ und $x = \alpha$,

einen Theil der xy-Ebene, in dem y positiv ist,

eine Ebene, die durch die x-Axe gelegt ist, mit der xy-Ebene den unendlich kleinen Winkel ϑ bildet und zwischen den positiven Theilen der y-Axe und der z-Axe sich befindet,

und endlich zwei Cylinderflächen, die um die x-Axe mit den Radien β_1 und β_2 beschrieben sind.

Diese Radien sollen so gewählt sein, dass die erste Cylinderfläche in der Luft, die zweite in der äusseren Flüssigkeit in der Region sich befindet, in der der in (7) für ϕ angegebene Ausdruck gilt. Es muss dann $\beta_2 - \beta_1$ unendlich gross gegen α sein; dabei soll aber diese Differenz noch unendlich klein gegen die Werthe sein, die β_1 und β_2 selbst besitzen.

Es soll ausgedrückt werden, dass die Summe der y-Componenten der Kräfte verschwindet, welche auf die in dem bezeichneten Raume vorhandene Masse ausgeübt werden. Dabei sollen die elektrischen Kräfte, welche hier wirksam sind, ersetzt werden durch die auf die Oberfläche wirkenden Druckkräfte, durch die sie ersetzt werden können, und deren Componenten durch $A_x, B_x, \ldots$ bezeichnet werden mögen.

Für die Ebenen $x = o$ und $x = \alpha$ ist $\frac{\partial \phi}{\partial y} = o$, und, da allgemein

$$B_x = -\left(\frac{1}{4\pi} + k\right) \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \phi}{\partial y}$$

ist, so tragen die Theile dieser Ebenen, welche zur Oberfläche des gedachten Raumes gehören, zu der gesuchten Summe nichts bei.

Was zu dieser Summe die Cylinderflächen, deren Radien β_1 und β_2 genannt sind, hinzubringen, ist, wenn man nur die Grössen der höchsten Ordnung berücksichtigt, den Index 1 auf die Luft und den Index 2 auf die umgebende Flüssigkeit bezieht,

$$= \alpha \beta_1 \vartheta \frac{k_1 - k_2 - k'_1 + k'_2}{2} \frac{P^2}{\alpha^2}. \tag{8}$$

Der Theil der xy-Ebene, der zur Begrenzung des gedachten Raumes gehört, trägt auch nichts zu der zu bildenden Summe bei, da allgemein

$$B_z = -\left(\frac{1}{4\pi} + k\right) \frac{\partial \phi}{\partial y} \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

und hier $\frac{\partial \phi}{\partial z} = o$ ist.

Die letzte Begrenzungsfläche des betreffenden Raumes hat die Grösse

$$\alpha(\beta_2 - \beta_1)$$

und die y-Componente des auf die Einheit ihrer Fläche bezogenen Druckes ist

$$= C_z \vartheta.$$

wo C_z unter der Annahme $z = 0$ zu berechnen ist. Dieses C_z ist von der Ordnung von $\frac{P^2}{\alpha^2}$ und daher ist auch der Beitrag, den diese Fläche zu der in Rede stehenden Summe liefert, unendlich klein gegen das in (8) angegebene Glied.

Daher ist die Gleichgewichtsbedingung, welche gebildet werden sollte,

$$0 = \alpha\beta_1\vartheta\frac{k_1 - k_2 - k'_1 + k'_2}{2}\frac{P^2}{\alpha^2} + \beta_1\vartheta\int_0^\alpha (p_1 - p_2)\,dx.$$

Drückt man hier p_1 und p_2 mit Hülfe von (1) aus, zieht von der dann entstehenden Gleichung diejenige ab, in die sie sich verwandelt, wenn man annimmt, dass die elektrischen Kräfte ausser Thätigkeit gesetzt sind, giebt den Zeichen δc_1 und δc_2 die entsprechende Bedeutung, wie bei der Discussion der magnetischen Versuche des Hrn. Quincke, und setzt auch hier $\delta c_2 = 0$, so erhält man für δc_1

$$\frac{k_2 - k_1}{2}\frac{P^2}{\alpha^2},$$

einen Ausdruck, für den auch der Ausdruck (6) geschrieben werden kann.

4.

Hr. Quincke brachte zwischen seine, durch eine isolirende Flüssigkeit getrennte Condensatorplatten eine Luftblase, die nur die obere Platte berührte; wurde der Condensator geladen, so verlängerte sich die Blase in der Richtung der Kraftlinien und zog sich zusammen in den auf diesen senkrechten Richtungen. Zwischen den Polflächen seines Elektromagneten zeigte unter entsprechenden Verhältnissen eine Luftblase diese Erscheinung nicht und auch ein hängender Tropfen verschiedener magnetischer Flüssigkeiten erlitt keine Formänderung, wenn der Magnetismus erregt wurde. Eine Anordnung, die ähnlich der eben erwähnten ist und keine Schwierigkeit der Rechnung darbietet, soll hier theoretisch verfolgt werden.

Der Raum, so weit er in Betracht kommt, sei von zwei Flüssigkeiten, 1 und 2, erfüllt, die, wenn die elektrischen oder magnetischen

Kräfte nicht wirken, durch eine Kugelfläche vom Radius R getrennt sind. Damit das der Fall sein kann, muss die Schwere unwirksam sein. Sind die elektrischen oder magnetischen Kräfte erregt, so sollen sie ein Potential erzeugen, das in der äusseren Flüssigkeit, der Flüssigkeit 2, in grosser Entfernung von der Flüssigkeit 1 der Gleichung

$$\phi_2 = -a_2 x \tag{9}$$

genügt, wo a_2 eine Constante ist. Es soll die Gestalt bestimmt werden, die dabei die Grenzfläche der beiden Flüssigkeiten annimmt. Für dieselbe ergiebt sich aus der Gleichung (4) die Bedingung

$$\delta c_1 = \frac{H}{2}\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{r''} - \frac{2}{R}\right) - \frac{2\pi (k_2 - k_1)^2}{1 + 4\pi k_2}\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial n}\right)^2 + \frac{k_2 - k_1}{2}\left(\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z}\right)^2\right). \tag{10}$$

Es hat die Flüssigkeit 1 einen Mittelpunkt; in diesen lege man den Anfangspunkt der Coordinaten. Die gesuchte Fläche ist dann eine Rotationsfläche, deren Axe die x-Axe ist, und für ihren Schnitt mit der xy-Ebene ist daher

$$\pm\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{r''}\right) = \frac{1}{y}\frac{dx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} + \frac{1}{dy}\, d\frac{dx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}}.$$

Setzt man

$$x = \rho\cos\vartheta \qquad y = \rho\sin\vartheta,$$

nimmt ϑ als unabhängige Variable an und macht

$$\frac{d\rho}{d\vartheta} = \rho' \qquad \frac{d^2\rho}{d\vartheta^2} = \rho'',$$

so wird diese Gleichung

$$\pm\left(\frac{1}{r'} + \frac{1}{r''}\right) = \frac{\rho'\cos\vartheta - \rho\sin\vartheta}{\rho\sin\vartheta\sqrt{\rho'^2 + \rho^2}} + \frac{\rho''\rho - 2\rho'^2 - \rho^2}{(\rho'^2 + \rho^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Man setze ferner

$$\rho = R(1 + u)$$

und nehme u als unendlich klein an. Man erhält dann, indem man die Zweideutigkeit des Vorzeichens durch die Erwägung hebt, dass, wenn u verschwindet, $r' = r'' = R$ wird,

$$\frac{1}{r'} + \frac{1}{r''} - \frac{2}{R} = -\frac{1}{R}\left(\frac{d^2u}{d\vartheta^2} + \operatorname{cotg}\vartheta\frac{du}{d\vartheta} + 2u\right)$$

oder

$$= -\frac{1}{R}\left((1 - \mu^2)\frac{d^2u}{d\mu^2} - 2\mu\frac{du}{d\mu} + 2u\right), \tag{11}$$

wenn

$$\mu = \cos\vartheta.$$

Die Functionen ϕ_1 und ϕ_2 sind aus der Differentialgleichung $\Delta\phi = 0$, der sie genügen müssen, der Bedingung (9) und den Bedingungen (3) zu bestimmen. Die letzten sind, da u als unendlich klein angenommen ist, zu erfüllen für $\rho = R$. Daraus folgt

$$\phi_1 = -a_1\rho\mu$$
$$\phi_2 = -\left(a_2\rho + \frac{b_2 R^3}{\rho^2}\right)\mu,$$

wo

$$a_1 = \frac{3(1 + 4\pi k_2)}{3 + 4\pi(k_1 + 2k_2)} a_2$$
$$b_2 = \frac{4\pi(k_2 - k_1)}{3 + 4\pi(k_1 + 2k_2)} a_2,$$

und $$\left(\frac{\partial\phi_1}{\partial n}\right)^2 = a_1^2\mu^2, \quad \left(\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi_1}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi_1}{\partial z}\right)^2 = a_1^2.$$

Substituirt man diese Werthe, sowie den Ausdruck (11) in die Gleichung (16), so erhält man

$$(1-\mu^2)\frac{d^2u}{d\mu^2} - 2\mu\frac{du}{d\mu} + 2u = A - B\mu^2,$$

wo

$$A = \frac{2R}{H}\left(\delta c_1 + \frac{k_1 - k_2}{2} a_1^2\right)$$
$$B = \frac{R}{H}\frac{4\pi(k_1 - k_2)^2}{1 + 4\pi k_2} a_1^2.$$

Wären A und $B = 0$, so wäre diese Gleichung die Differentialgleichung für die Kugelfunctionen erster Ordnung von einem Argument. Ein particuläres Integral der gefundenen Gleichung ist

$$u = \frac{A}{2} - \frac{B}{4}(1-\mu^2):$$

das allgemeine erhält man, wenn man die Ausdrücke

$$\mu \text{ und } \tfrac{1}{2}\mu \lg\frac{1+\mu}{1-\mu} - 1,$$

mit willkürlichen Constanten multiplicirt, hinzufügt. Diese Constanten sind hier aber gleich Null zu setzen, da u für $\mu = +1$ und $\mu = -1$ endlich bleiben und denselben Werth annehmen muss: denselben Werth, da der Anfangspunkt der Coordinaten in den Mittelpunkt der Flüssigkeit 1 gelegt ist. Die Annahme, dass dieselbe incompressibel sei, giebt eine Relation zwischen den Constanten A und B: in der That folgt aus ihr

$$\int_{-1}^{+1} u d\mu = 0, \text{ d. h. } A = \tfrac{1}{3} B,$$

so dass sich ergiebt

$$u = \frac{B}{4}\left(\mu^2 - \tfrac{1}{3}\right).$$

Hiernach erleidet die Flüssigkeit 1 in der Richtung der Kraftlinien eine Dilatation, die

$$= \frac{B}{6} \text{ d. h. } = \frac{R}{3H} \frac{2\pi(k_1 - k_2)^2}{1 + 4\pi k_2} a_1^2,$$

in jeder darauf senkrechten Richtung eine Contraction, die halb so gross ist. Die Dilatationen und Contractionen, die stattfinden, sind mit dem Quadrate der Differenz $k_1 - k_2$ proportional; darauf beruht es, dass sie im elektrischen Felde, wo diese Differenz einen erheblichen Werth hat, sich zeigen, während sie im magnetischen Felde, wo dieselbe ungemein klein ist, sich der Beobachtung entziehen.

5.

Es soll schliesslich die Formänderung berechnet werden, die eine Kugel von Eisen erfährt, wenn sie durch eine constante magnetische Kraft magnetisirt wird.

Diesem Falle entspricht es, dass in grosser Entfernung von der Kugel

$$\phi = -Jx$$

ist; J ist dann die Intensität der magnetisirenden Kraft, die Richtung der x-Axe ihre Richtung. Für die umgebende Luft werde $k = 0$ gesetzt und das Zeichen k auf das Eisen bezogen; dann ist im Innern der Kugel

$$\phi = -\frac{J}{1 + \frac{4\pi}{3} k} x.$$

Daraus folgt, dass die in meiner citirten Abhandlung[1] S. 148 mit A, B, C bezeichneten Kräfte verschwinden, und die mit $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$ bezeichneten Druckkräfte, wenn man den Anfangspunkt der Coordinaten in den Mittelpunkt der Kugel legt und ihren Radius mit R bezeichnet, diese Werthe annehmen:

[1] Sitzungsberichte vom 28. Februar 1884.

$$\begin{aligned}
\overline{A} &= \frac{J^2}{\left(1+\frac{4\pi}{3}k\right)^2 R^3}\left(2\pi k^2 x^3 + \frac{k-k'-k''}{2} R^2 x\right)\\
\overline{B} &= \frac{J^2}{\left(1+\frac{4\pi}{3}k\right)^2 R^3}\left(2\pi k^2 x^2 y + \frac{k-k'}{2} R^2 y\right)\\
\overline{C} &= \frac{J^2}{\left(1+\frac{4\pi}{3}k\right)^2 R^3}\left(2\pi k^2 x^2 z + \frac{k-k'}{2} R^2 z\right).
\end{aligned} \tag{12}$$

Nennt man u, v, w die Componenten der Verrückung, welche in Folge der Magnetisirung der materielle Punkt der Kugel erfährt, welcher vorher die Coordinaten x, y, z hatte, und setzt

$$\begin{aligned}
X_x &= -2K\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\Theta\sigma\right) & Y_z = Z_y &= -K\left(\frac{\partial v}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial y}\right)\\
Y_y &= -2K\left(\frac{\partial v}{\partial y}+\Theta\sigma\right) & Z_x = X_z &= -K\left(\frac{\partial w}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial z}\right)\\
Z_z &= -2K\left(\frac{\partial w}{\partial z}+\Theta\sigma\right) & X_y = Y_x &= -K\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)
\end{aligned} \tag{13}$$
$$\sigma = \frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z},$$

so hat man in Folge davon, dass die Kräfte A, B, C gleich Null sind,

$$\begin{aligned}
\frac{\partial X_x}{\partial x}+\frac{\partial X_y}{\partial y}+\frac{\partial X_z}{\partial z} &= 0\\
\frac{\partial Y_x}{\partial x}+\frac{\partial Y_y}{\partial y}+\frac{\partial Y_z}{\partial z} &= 0\\
\frac{\partial Z_x}{\partial x}+\frac{\partial Z_y}{\partial y}+\frac{\partial Z_z}{\partial z} &= 0
\end{aligned} \tag{14}$$

und für $x^2+y^2+z^2=R^2$ ist

$$\begin{aligned}
R\overline{A} &= -(xX_x+yX_y+zX_z)\\
R\overline{B} &= -(xY_x+yY_y+zY_z)\\
R\overline{C} &= -(xZ_x+yZ_y+zZ_z).
\end{aligned} \tag{15}$$

Aus den Gleichungen (12), (13), (14), (15) sind u, v, w zu berechnen. Ihre Ausdrücke lassen sich, wie die in (12) angegebenen Ausdrücke von $\overline{A}, \overline{B}, \overline{C}$ aus je drei Theilen zusammensetzen, von denen der erste den Factor $2\pi k^2$, der zweite den Factor $\frac{k-k'}{2}$, der dritte den Factor $-\frac{k''}{2}$ enthält; man kann daher setzen

$$u = \frac{J^2}{\left(1+\frac{4\pi}{3}k\right)^2}\left(2\pi k^2 u_1 + \frac{k-k'}{2} u_2 - \frac{k''}{2} u_3\right)$$

$$v = \frac{J^2}{\left(1+\frac{4\pi}{3}k\right)^2}\left(2\pi k^2 v_1 + \frac{k-k'}{2} v_2 - \frac{k''}{2} v_3\right) \qquad (16)$$

$$w = \frac{J^2}{\left(1+\frac{4\pi}{3}k\right)^2}\left(2\pi k^2 w_1 + \frac{k-k'}{2} w_2 - \frac{k''}{2} w_3\right).$$

u_1, v_1, w_1 oder u_2, v_2, w_2 oder u_3, v_3, w_3 müssen dann den Gleichungen genügen, die aus den für u, v, w aufgestellten entstehen, wenn man (12) ersetzt durch

$$A = \frac{x^3}{R^3} \qquad B = \frac{x^2 y}{R^3} \qquad C = \frac{x^2 z}{R^3} \qquad (17)$$

oder durch

$$\bar{A} = \frac{x}{R} \qquad \bar{B} = \frac{y}{R} \qquad \bar{C} = \frac{z}{R} \qquad (18)$$

oder durch

$$\bar{A} = \frac{x}{R} \qquad \bar{B} = 0 \qquad \bar{C} = 0. \qquad (19)$$

Den für u_1, v_1, w_1 geltenden Bedingungen kann man durch die Annahme

$$\begin{aligned} u_1 &= a_1 x^3 + b_1(y^2+z^2)x + c_1 R^2 x \\ v_1 &= a_1' x^2 y + b_1'(y^2+z^2)y + c_1' R^2 y \\ w_1 &= a_1' x^2 z + b_1'(y^2+z^2)z + c_1' R^2 z \end{aligned} \qquad (20)$$

genügen, wenn man die sechs Constanten $a_1, b_1, c_1, a_1', b_1', c_1'$ passend bestimmt. Bei dieser Annahme geben die Gleichungen (13)

$$\sigma = (3a_1 + 2a_1')x^2 + (b_1 + 4b_1')(y^2+z^2) + (c_1 + 2c_1')R^2$$

$$X_x = -2K\left(3a_1 x^2 + b_1(y^2+z^2) + c_1 R^2 + \Theta\sigma\right)$$

$$Y_y = -2K\left(a_1' x^2 + b_1'(3y^2+z^2) + c_1' R^2 + \Theta\sigma\right)$$

$$Z_z = -2K\left(a_1' x^2 + b_1'(y^2+3z^2) + c_1' R^2 + \Theta\sigma\right)$$

$$\begin{aligned} Y_z = Z_y &= -4K b_1' yz \\ Z_x = X_z &= -2K(a_1' + b_1)zx \\ X_y = Y_x &= -2K(a_1' + b_1)xy. \end{aligned}$$

Hiernach reduciren sich die Gleichungen (14) auf die beiden Relationen zwischen den eingeführten Constanten:

$$\begin{aligned} 0 &= 3a_1 + a_1' + b_1 + \Theta(3a_1 + 2a_1') \\ 0 &= a_1' + b_1 + 8b_1' + 2\Theta(b_1 + 4b_1'). \end{aligned}$$

Die Gleichungen (15) ergeben bei Rücksicht auf (17), wenn man $x^2+y^2+z^2$ für R^2 in den Ausdrücken für X_x, Y_y, Z_z setzt:

$$\frac{1}{2KR^2} = 3a_1 + c_1 + \Theta(3a_1 + 2a_1' + c_1 + 2c_1')$$
$$0 = a_1' + 2b_1 + c_1 + \Theta(b_1 + 4b_1' + c_1 + 2c_1')$$
$$\frac{1}{2KR^2} = 2a_1' + b_1 + c_1' + \Theta(3a_1 + 2a_1' + c_1 + 2c_1')$$
$$0 = 3b_1' + c_1' + \Theta(b_1 + 4b_1' + c_1 + c_1').$$

So hat man sechs Gleichungen für die sechs Unbekannten a_1, b_1, c_1, a_1', b_1', c_1'; ihre Auflösung giebt:

$$b_1 = (7+8\Theta)\frac{a_1}{4\Theta}, \quad a_1' = -(7+6\Theta)\frac{a_1}{4\Theta}, \quad b_1' = -2\Theta\frac{a_1}{4\Theta}$$
$$c_1 = -\frac{7+31\Theta+32\Theta^2}{1+3\Theta}\frac{a_1}{4\Theta}, \quad c_1' = \frac{6\Theta+16\Theta^2}{1+3\Theta}\frac{a_1}{4\Theta} \tag{21}$$

und

$$\frac{1}{2KR^2} = -(7+19\Theta)\frac{a_1}{4\Theta}.$$

Man kann ferner

$$u_2 = a_2x, \quad v_2 = a_2y, \quad w_2 = a_2z \tag{22}$$

setzen, woraus nach (13) folgt

$$\sigma = 3a_2$$
$$X_x = Y_y = Z_z = -2K(1+3\Theta)a_2$$
$$Y_z = Z_x = X_y = 0;$$

dabei werden die Gleichungen (14) erfüllt und die Gleichungen (15) geben mit Hülfe von (18)

$$a_2 = \frac{1}{2K(1+3\Theta)}. \tag{23}$$

Endlich mache man

$$u_3 = a_3x, \quad v_3 = b_3y, \quad w_3 = b_3z; \tag{24}$$

dabei wird

$$\sigma = a_3 + 2b_3$$
$$X_x = -2K\big(a_3 + \Theta(a_3+2b_3)\big), \quad Y_y = Z_z = -2K\big(b_3 + \Theta(a_3+2b_3)\big)$$
$$Y_z = Z_x = X_y = 0.$$

Auch hier werden die Gleichungen (14) von selbst erfüllt und die Gleichungen (15) geben bei Rücksicht auf (19)

$$a_3 = \frac{1+2\Theta}{2K(1+3\Theta)}, \quad b_3 = -\frac{\Theta}{2K(1+3\Theta)}. \tag{25}$$

Substituirt man in die Gleichungen (16) die in (20), (21), (22), (23), (24), (25) gegebenen Ausdrücke, so hat man die Lösung der vorgelegten Aufgabe.

Um die Werthe der Verrückungen u, v, w numerisch berechnen zu können, muss man zunächst die Grösse k kennen. Es ist dieselbe in der hier zu Grunde gelegten Theorie als eine Constante vorausgesetzt, man weiss aber, dass sie thatsächlich in hohem Grade veränderlich ist; man schliesst sich, bei beliebiger Gestalt des Eisenkörpers und beliebig gegebenen magnetisirenden Kräften, näher an die Wirklickeit an, wenn man k als eine durch Beobachtungen zu bestimmende Function von

$$\sqrt{\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)^2}$$

annimmt. Bezeichnet man dieses Argument durch $\mathfrak{R}$ und nimmt als Einheit dafür

$$\frac{\mathrm{gr}^{\frac{1}{2}}}{\mathrm{cm}^{\frac{1}{2}}\cdot\mathrm{sec}}$$

an, eine Einheit, die zehnmal so gross ist als die von Gauss für magnetische Kräfte eingeführte, so ergeben die von Hrn. Stoletow[1] ausgeführten Messungen, dass k von 21.5 bis 174 zunimmt, wenn $\mathfrak{R}$ von 0.43 bis 3.2 wächst, und bis 42.1 sinkt, wenn $\mathfrak{R}$ weiter bis 31 vergrössert wird. Für eine Eisenkugel, die unter dem Einfluss einer constanten magnatisirenden Kraft, J, steht, gelten die unter der Annahme, dass k eine Constante ist, abgeleiteten Formeln auch bei Rücksicht auf die Veränderlichkeit dieser Grösse; nur ist der Werth derselben verschieden zu setzen je nach dem Werthe von J; er ist zu bestimmen aus der Beziehung zwischen k und $\mathfrak{R}$ und der Gleichung

$$\mathfrak{R} = \frac{J}{1 + \frac{4\pi}{3}k}.$$

Es wäre

$$k = 21.4 \quad \text{oder} = 175 \quad \text{oder} = 42.1$$
$$\text{für } J = 39.1 \quad \text{oder} = 2340 \quad \text{oder} = 5450.$$

Über die Werthe von k' und k'' hat man gar keine Erfahrung. Setzt man aber voraus, dass sie nicht gross gegen k sind, und nimmt an, dass die Kraft J zwischen dem kleinsten und dem grössten der eben angeführten Werthe liegt, so braucht man bei der Berechnung

[1] Pogg. Ann. Bd. 146 S. 461.

der für die Verrückungen u, v, w in (16) gegebenen Ausdrücke k' und k'', und auch k, nicht genauer zu kennen; man kann dann k als unendlich gross betrachten und schreiben

$$u = \frac{9}{8\pi} J^2 u_1 \,, \; v = \frac{9}{8\pi} J^2 v_1 \,, \; w = \frac{9}{8\pi} J^2 w_1 \,. \tag{26}$$

Ist E der Elasticitäts-Coefficient des Eisens, so ist

$$E = 2K \frac{1 + 3\Theta}{1 + 2\Theta}.$$

und setzt man mit Poisson

$$\Theta = \frac{1}{2},$$

so geben daher die Gleichungen (21)

$$a_1 = -\frac{5}{33}\frac{1}{ER^2}, \; b_1 = -\frac{5}{6}\frac{1}{ER^2}, \; c_1 = \frac{61}{66}\frac{1}{ER^2}$$

$$a_1' = \frac{25}{33}\frac{1}{ER^2}, \; b_1' = = \frac{5}{66}\frac{1}{ER^2}, \; c_1' = -\frac{7}{33}\frac{1}{ER^2}.$$

Aus (20) und (26) folgt hiernach

$$u = \frac{3}{176\pi}\frac{J^2}{ER^2}\left(-10x^3 - 55(y^2 + z^2)x + 61R^2x\right)$$

$$v = \frac{3}{176\pi}\frac{J^2}{ER^2}\left(50x^2y + 5(y^2 + z^2)y - 14R^2y\right)$$

$$w = \frac{3}{176\pi}\frac{J^2}{ER^2}\left(50x^2z + 5(y^2 + z^2)z - 14R^2z\right).$$

Für die räumliche Dilatation, σ, ergiebt sich dabei

$$\sigma = \frac{3}{176\pi}\frac{J^2}{ER^2}\left(70x^2 - 35(y^2 + z^2) - 33R^2\right).$$

Ein Radius der Kugel, der die Richtung der magnetisirenden Kraft hat, erleidet die Verlängerung

$$\frac{153}{176\pi}\frac{J^2}{E}R,$$

ein Radius, der senkrecht zu dieser Kraft ist, die Verkürzung

$$\frac{27}{176\pi}\frac{J^2}{E}R.$$

Ein magnetisches Feld, wie es hier vorausgesetzt ist, kann mit Hülfe eines elektrischen Stromes hervorgebracht werden, der eine Spirale durchfliesst, welche die Eisenkugel umgiebt und so lang ist, dass die magnetische Kraft des Stromes in dem Raume, den die

Kugel einnimmt, als constant betrachtet werden kann. Ist n die Zahl der Windungen, die auf ein Centimeter in der Richtung der Länge der Spirale kommen, und i die Intensität des Stromes in Ampères ausgedrückt, so ist dann

$$J = \frac{4\pi}{10} ni \frac{\mathrm{gr}^{\frac{1}{2}}}{\mathrm{cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \mathrm{sec}};$$

setzt man für den Elasticitäts-Coefficienten des Eisens

$$E = 1.88 \cdot 10^{12} \frac{\mathrm{gr}}{\mathrm{cm} \cdot \mathrm{sec}^2},$$

so ergiebt sich die Verlängerung eines Radius der Kugel, der der Axe der Spirale parallel ist

$$= n^2 i^2 \cdot 2.32 \cdot 10^{-13} \cdot R.$$

Schon im Jahre 1847 hat JOULE[1] die Verlängerungen gemessen, die Eisenstäbe erfahren, wenn sie in einer Spirale magnetisirt werden, Verlängerungen, welche im Maximum 1.4 Milliontel der Länge betrugen. Ähnliche Messungen bei einer Kugel auszuführen würde wegen der Kleinheit der Formänderungen kaum möglich sein.

---

[1] Phil. Mag. Vol. XXX. p. 76. 225.

Über eine Form, in welche sich das allgemeine Integral einer Differentialgleichung erster Ordnung bringen lässt, wenn dasselbe algebraisch ist.

Von L. Fuchs.

1.

Es sei

$$\text{(A)} \qquad f\left(\frac{dy}{dz}, y, z, A, B, \ldots\right) = 0$$

eine Differentialgleichung erster Ordnung von der Art, dass f eine ganze rationale Function von $\frac{dy}{dz}, y, z$ und einer endlichen Anzahl gegebener Functionen $A, B, \ldots$ von z, deren Ableitungen ebenfalls rationale Functionen von $z, A, B, \ldots$ sind und welche überdiess nicht mit z und unter einander durch eine algebraische Gleichung verbunden sind. Der Grad von f sei der m^{te} in Bezug auf $\frac{dy}{dz}$, und es werde vorausgesetzt, dass f in dem Sinne irreductibel ist, dass dasselbe nicht in Factoren von gleicher Beschaffenheit wie f und von niedrigerem Grade in Bezug auf $\frac{dy}{dz}$ zerlegbar sei.

Es möge das allgemeine Integral der Gleichung (A) einer Gleichung

$$(1) \qquad F(y, z) = a_0 y^n + a_1 y^{n-1} + a_2 y^{n-2} + \ldots a_n = 0$$

genügen, deren Coefficienten $a_0, a_1, a_2, \ldots$ ganze rationale Functionen von $z, A, B, \ldots$ sind.

Es sei

$$(2) \qquad a_i = \Sigma P^{(i)}_{\varkappa\lambda\mu\ldots} z^\varkappa A^\lambda B^\mu \ldots,$$

wo die Grössen P Constanten bedeuten. Man bestimmt diese Constanten dadurch, dass man zwischen den Gleichungen (1), (A) und

$$(3) \qquad \frac{\partial F}{\partial z} + \frac{\partial F}{\partial y}\frac{dy}{dz} = 0$$

$\frac{dy}{dz}$ und y eliminirt. Da die resultirende Gleichung in Bezug auf $z, A, B, \ldots$ identisch erfüllt sein muss, so ergiebt sich aus derselben eine gewisse Anzahl algebraischer Gleichungen zwischen den Coefficienten P, welche alle diese Grössen durch eine derselben, die wir mit c bezeichnen wollen, bestimmen. Eliminirt man mit Hülfe dieser Gleichungen aus Gleichung (1) die sämmtlichen Grössen P bis auf die eine c, so erhält man eine Gleichung

$$(4) \qquad \phi(c, y, z) = 0$$

von der Beschaffenheit, dass ϕ eine ganze rationale Function von $c, y, z, A, B, \ldots$ wird. Dieses liefert also den Satz:

Wenn das allgemeine Integral y der Gleichung (A) eine algebraische Function von $z, A, B, \ldots$ sein soll, so genügt y einer algebraischen Gleichung, deren Coefficienten ganze rationale Functionen von $z, A, B, \ldots$ und einer willkürlichen Constanten c sind.

Wir setzen voraus, dass die Gleichung (4) von allen fremden Factoren befreit sei, d. h. dass sie die Eigenschaft habe, dass nach Substitution eines beliebigen constanten Werthes für c sämmtliche Wurzeln y derselben Integrale der Gleichung (A) werden. Dieses vorausgesetzt, sei $G(c, y, z)$ ein irreductibler Factor von ϕ, d. h. eine ganze rationale Function von $c, y, z, A, B, \ldots$, welcher nicht in gleichgeartete Factoren niedrigeren Grades in Bezug auf c zerlegbar ist. Wir wollen im Folgenden die Gleichung

$$(B) \qquad G(c, y, z) = 0$$

einer näheren Untersuchung unterziehen.

2.

Wir betrachten die Function c der beiden unabhängigen Variabeln y, z, welche durch die Gleichung (B) definirt wird. Diese hat die Eigenschaft für Werthenpaare y, z, welche einem und demselben Integrale der Gleichung (A) angehören, einen constanten Werth anzunehmen.

Die Function Δ der beiden unabhängigen Variabeln y, z, welche durch die Gleichung

$$(C) \qquad \frac{\partial G}{\partial z} + \frac{\partial G}{\partial y}\Delta = 0$$

definirt wird, ist eine rationale Function von $c, y, z, A, B, \ldots$, während dieselbe als Function von $y, z, A, B, \ldots$ einer algebraischen Gleichung

$$(1) \qquad h(\Delta, y, z) = 0$$

genügt, welche sich als Resultat der Elimination von c zwischen den Gleichungen (B) und (C) ergiebt.

Setzen wir in Gleichung (1) $\frac{dy}{dz}$ statt Δ, und bezeichnen mit η irgend ein Integral der Gleichung

$$h\left(\frac{dy}{dz}, y, z\right) = 0, \tag{2}$$

so liefern $y = \eta$, $\Delta = \frac{d\eta}{dz}$ gemeinsame Lösungen c der beiden Gleichungen (B) und (C). Es sei eine derselben $c = \gamma$, so ist also gleichzeitig

$$G(\gamma, \eta, z) = 0, \tag{3}$$

und

$$\frac{\partial G}{\partial z} + \frac{\partial G}{\partial \eta}\frac{d\eta}{dz} = 0. \tag{4}$$

Durch Differentiation der Gleichung (3) nach z folgt aber

$$\frac{\partial G}{\partial z} + \frac{\partial G}{\partial \eta}\frac{d\eta}{dz} + \frac{\partial G}{\partial \gamma}\cdot\frac{d\gamma}{dz} = 0. \tag{5}$$

Aus (4) und (5) ergiebt sich demnach

$$\frac{\partial G}{\partial \gamma}\cdot\frac{d\gamma}{dz} = 0. \tag{6}$$

Man kann die Anfangswerthe y_0, z_0 des Integrals η so wählen, dass die Discriminante der durch die Gleichung (B) definirten Function c von y, z nicht durch $y = y_0, z = z_0$ befriedigt wird. Dann ist aber $\frac{\partial G}{\partial \gamma}$ nicht Null, folglich

$$\frac{d\gamma}{dz} = 0 \tag{7}$$

d. h. γ eine Constante, was soviel besagt als:

Jedes Integral der Gleichung (2) stellt ein Integral der Gleichung (A) dar.

Man kann aber y_0, z_0 willkürlich wählen, also muss für willkürliche Werthenpaare y, z die Wurzel $\frac{dy}{dz}$ der Gleichung (2) der Gleichung (A) genügen. Nun aber ist unserer Voraussetzung nach für von einander unabhängige Werthe der Variabeln y, z, $f\left(\frac{dy}{dz}, y, z\right)$ nicht in gleichgeartete Factoren niedrigeren Grades in Bezug auf $\frac{dy}{dz}$ zerlegbar. Hieraus folgt:

Die Function $h(\Delta, y, z)$ ist bis auf einen von Δ unabhängigen Factor identisch eine Potenz der Function $f(\Delta, y, z)$.

3.

Es seien c_1, c_2 zwei verschiedene Zweige der durch die Gleichung (B) definirten Function c der unabhängigen Variabeln y, z, für welche die durch die Gleichung (C) definirte Function Δ von $c, y, z, A, B, \ldots$ ein und denselben Werth annimmt.

Aus den Gleichungen

$$G(c_1, y, z) \equiv G(c_1) = 0 \tag{1}$$

$$G(c_2, y, z) \equiv G(c_2) = 0 \tag{2}$$

folgt

$$\frac{\partial G(c_1)}{\partial c_1} dc_1 + \frac{\partial G(c_1)}{\partial y} dy + \frac{\partial G(c_1)}{\partial z} dz = 0, \tag{3}$$

$$\frac{\partial G(c_2)}{\partial c_2} dc_2 + \frac{\partial G(c_2)}{\partial y} dy + \frac{\partial G(c_2)}{\partial z} dz = 0. \tag{4}$$

Da der Voraussetzung nach $\frac{\partial G(c_1)}{\partial z} : \frac{\partial G(c_1)}{\partial y} = \frac{\partial G(c_2)}{\partial z} : \frac{\partial G(c_2)}{\partial y}$, so folgt aus (3) und (4)

$$\frac{\partial G(c_1)}{\partial c_1} \frac{\partial G(c_2)}{\partial y} dc_1 - \frac{\partial G(c_2)}{\partial c_2} \cdot \frac{\partial G(c_1)}{\partial y} dc_2 = 0. \tag{5}$$

Ist demnach c_1 constant, so ist auch c_2 constant, und umgekehrt, oder mit anderen Worten:

I. Zwischen je zwei Zweigen c_1, c_2, für welche Δ den nämlichen Werth erhält, findet eine von y, z unabhängige Relation statt.

Eliminirt man y zwischen den Gleichungen (1) und (2), so enthält die Resultante einen von z unabhängigen Factor $H(c_1, c_2)$ von der Beschaffenheit, dass die in Bezug auf c_1, c_2 symmetrische algebraische Gleichung

$$H(c_1, c_2) = 0 \tag{D}$$

durch alle Zweigenpaare c_1, c_2 der Function c befriedigt wird, für welche Δ jedesmal einen und denselben Werth annimmt.

Ist $c_1 = \gamma$ ein willkürlicher Werth, $c_2 = \gamma'$ eine beliebige Wurzel der Gleichung

$$H(\gamma, c_2) = 0,$$

so haben die Gleichungen

$$G(\gamma, y, z) = 0 \quad \text{und} \quad G(\gamma', y, z) = 0$$

gemeinschaftliche Lösungen y für einen beliebigen Werth von z, ebenso gemeinschaftliche Lösungen z für einen beliebigen Werth von y.

II. Ist demnach c_1 irgend ein Zweig der Function c, so ist jede Wurzel c_2 der Gleichung (D) ebenfalls ein Zweig der Function c, und zwar ein solcher, welcher Δ denselben Werth verschafft wie c_1.

Ist $c_1 = \zeta$ irgend ein Zweig der Function c, und $\zeta^1, \zeta^{(2)}, \ldots \zeta^{(l)}$ die sämmtlichen Wurzeln der Gleichung

$$H(\zeta, c_2) = 0 \tag{6}$$

mit der Unbekannten c_2, so sind hiernach diese Wurzeln die einzigen Zweige der Function c, welche Δ denselben Werth verleihen wie ζ. Hieraus folgt, dass die l Wurzeln der Gleichung

$$H(\zeta^{(i)}, c_2) = 0 \tag{7}$$

mit der Unbekannten c_2 durch die Reihe $\zeta, \zeta^1, \zeta^{(2)}, \ldots \zeta^{(i-1)}, \zeta^{(i+1)}, \ldots \zeta^{(l)}$ dargestellt werden: da die Wurzeln der Gleichung (7) alle diejenigen Zweige der Function c liefern, welche Δ denselben Werth ertheilen wie $\zeta^{(i)}$, also auch wie ζ.

Es ist demnach

$$\Gamma = (\alpha - \zeta)\ (\alpha - \zeta^1)\ \alpha - \zeta^{(2)}) \ldots (\alpha - \zeta^{(l)}), \tag{8}$$

wo α eine beliebige aber bestimmte Grösse bedeutet, eine rationale Function von ζ mit constanten Coefficienten, welche ungeändert bleibt für alle Zweige ζ der Function c, für welche Δ denselben Werth erhält, dagegen aber für zwei Zweige, für welche Δ verschiedene Werthe annimmt, auch verschiedene Werthe hat. Nach einem bekannten Satze der Algebra sind daher Γ und Δ rationale Functionen von einander mit Coefficienten, welche rational von $y, z, A, B, \ldots$ abhangen. Insbesondere sei

$$\Gamma = \mathfrak{R}(\Delta, y, z, A, B, \ldots) \tag{E}$$

wo $\mathfrak{R}$ eine rationale Function der Argumente darstellt.

Nach Nr. 2 ist Δ eine algebraische Function der Variabeln y, z, welche der irreductiblen Gleichung

$$f(\Delta, y, z, A, B, \ldots) = 0 \tag{F}$$

genügt.

Ist y gleich einer Function η von z von der Beschaffenheit, dass $y = \eta$ in (F) und (E) substituirt Γ einen von z unabhängigen Werth verleiht, so ist für $y = \eta$ auch ein Zweig ζ der Function c von z unabhängig, also ist $y = \eta$ ein Integral der Gleichung (A). Ist umgekehrt $y = \eta$ ein Integral der Gleichung (A), so geht für $y = \eta$ ein Zweig ζ der Function c in einen von z unabhängigen Werth über,

also wird für $y = \eta$ auch ein zugehöriger Werth von Γ constant. Wir erhalten also den Satz:

III. Wenn das allgemeine Integral der Gleichung (A) eine algebraische Function von $z, A, B, \ldots$ ist, so lässt sich dasselbe stets in die Form der Gleichung (E) bringen, worin Γ eine willkürliche Constante, $\mathfrak{R}$ eine bestimmte rationale Function von $y, z, A, B, \ldots$ und einer Grösse Δ bedeutet, welche durch die Gleichung (F) definirt wird.

4.

Die Gleichungen (E) und (F) liefern ein einfaches Mittel, zu gleicher Zeit zu prüfen, ob das allgemeine Integral der Gleichung (A) algebraisch ist, und dasselbe darzustellen, wenn es vorhanden ist.

Da nämlich die Gleichung (A) in Bezug auf $\frac{dy}{dz}$ vom m^{ten} Grade ist, so ist auch der Grad von Δ in Gleichung (F) der m^{te}. Es ist also nach Gleichung (E)

$$\Gamma = \psi_0 + \psi_1 \cdot \Delta + \psi_2 \cdot \Delta^2 + \ldots + \psi_{m-1} \cdot \Delta^{m-1}, \tag{1}$$

wo $\psi_0, \psi_1, \ldots \psi_{m-1}$ rationale Functionen von $y, z, A, B, \ldots$ bedeuten. Nimmt man in dieser Gleichung für Γ einen constanten Werth, so ergiebt sich aus derselben Gleichung nach Satz III voriger Nummer y als Integral der Gleichung (A). Es ist dann

$$\frac{dy}{dz} = \Delta. \tag{2}$$

Aus Gl. (F) ergiebt sich ferner

$$\frac{d\Delta}{dz} = \chi_0 + \chi_1 \cdot \Delta + \chi_2 \cdot \Delta^2 + \ldots + \chi_{m-1} \cdot \Delta^{m-1}, \tag{3}$$

wo $\chi_0, \chi_1, \ldots$ rationale Functionen von $y, z, A, B, \ldots$ bedeuten.

Differenzirt man daher die Gleichung (1) unter der Voraussetzung, dass Γ constant, so ergiebt sich nach Substitution von (2) und (3) eine Gleichung der Form

$$P_0 + P_1 \cdot \Delta + P_2 \cdot \Delta^2 + \ldots + P_{m-1} \cdot \Delta^{m-1} = 0 \tag{4}$$

worin $P_0, P_1, \ldots$ rationale Functionen von $y, z, A, B, \ldots$ sind.

Wegen der Irreductibilität der Gleichung (F) ist dann identisch für jedes Werthsystem $y, z, A, B, \ldots$

$$P_0 = 0, P_1 = 0, \ldots P_{m-1} = 0. \tag{G}$$

Indem man also nach Aufstellung dieser Gleichungen in jeder derselben die Coefficienten der verschiedenen Potenzen von y gleich Null setzt, erhält man eine Anzahl von Differentialgleichungen für die Coefficienten der verschiedenen Potenzen von y in den zu bestimmenden Functionen $\psi_0, \psi_1, \ldots \psi_{m-1}$, und für die Coefficienten der verschiedenen Potenzen von y in den in der Gleichung

$$(5) \qquad f\left(\frac{dy}{dz}, y, z\right) = q_0\left(\frac{dy}{dz}\right)^m + q_1\left(\frac{dy}{dz}\right)^{m-1} + \ldots + q_m = 0$$

auftretenden Grössen $q_0, q_1 \ldots q_m$. Diese Differentialgleichungen müssen durch rationale Functionen von $z, A, B, \ldots$ befriedigt werden können, wenn das allgemeine Integral der Gleichung (A) algebraisch sein soll.



Näherungsweise ganzzahlige Auflösung linearer Gleichungen.

Von L. Kronecker.

Die Methode, welche ich bei Behandlung der Frage der Periodensysteme in meiner vorigen Mittheilung[1] entwickelt habe, lässt sich auch auf das interessante Problem der näherungsweisen ganzzahligen Auflösung linearer Gleichungen anwenden und führt dabei zu der wahren Quelle, aus welcher die Lösung jener Frage unmittelbar zu entnehmen ist. Ich werde dies hier zuvörderst in den schon von Jacobi vor einem halben Jahrhundert behandelten einfachsten Fällen[2] und erst dann ganz allgemein darlegen. Denn es erscheint nicht nur um der Deutlichkeit willen angemessen, die eingehende Behandlung jener speciellen Fälle voranzuschicken, sondern auch deshalb, weil bei der nachherigen allgemeinen Entwickelung von dem Inductionsschluss Gebrauch gemacht und dabei die Erledigung jener speciellen Fälle vorausgesetzt wird.

§. 1.

Es seien a, a', ξ gegebene reelle Grössen, und w, w' seien ganze Zahlen, welche so bestimmt werden sollen, dass $aw + a'w'$ dem Werthe ξ möglichst nahe kommt. Ist das Verhältniss $a : a'$ rational, also durch das Verhältniss zweier ganzen Zahlen $n : n'$ ausdrückbar, so stellt $aw + a'w'$ nur ganze Vielfache von $\frac{a}{n}$ oder, was dasselbe ist, von $\frac{a'}{n'}$ dar, diese

[1] Sitzungsbericht vom 20. November, XLVI. S. 1071 ff.

[2] De functionibus duarum variabilium quadrupliciter periodicis, quibus theoria transcendentium Abelianarum innititur. Journal für Mathem. Bd. XIII S. 55. Die Abhandlung ist vom 14. Februar 1834 datirt. Jacobi schliesst im §. 4 seine Entwickelungen über die mögliche Anzahl der Perioden von Functionen einer complexen Variabeln mit den Worten: »Unde omnibus casibus evictum est, *si functio proposita tribus periodis gaudeat, aut eas e duabus componi, aut eam habere indicem omni data quantitate minorem* Quod cum absurdum sit, *functio tripliciter periodica non datur.*« Jacobi bleibt hierbei stehen, und unterlässt es, die behauptete Absurdität durch die aus der Voraussetzung dreifacher Periodicität zu ziehenden erschöpfenden Folgerungen näher zu begründen.

aber auch sämmtlich; denn da n und n' ohne gemeinsamen Theiler vorauszusetzen sind, so lassen sich für jede ganze Zahl w_0 Zahlen w, w' so bestimmen, dass $nw + n'w' = w_0$ und also:

$$(\mathfrak{A}) \qquad aw + a'w' = \frac{a}{n} \cdot w_0$$

wird. Man kann also in diesem Falle einer gegebenen Grösse ξ mit linearen ganzzahligen Functionen von a, a' nicht näher kommen, als dies eben mit ganzen Vielfachen von $\frac{a}{n}$ möglich ist; der Abstand kann demnach die Hälfte dieser Grösse erreichen.

Ist nun aber das Verhältniss $a : a'$ irrational, und wird es durch das Verhältniss ganzer Zahlen $n : n'$ in folgender Weise angenähert dargestellt:

$$\frac{a'}{a} = \frac{n'}{n} + \frac{\delta}{n^2} \qquad (-1 < \delta < 1),$$

so kann $w = -kn'$, $w' = kn$ gesetzt und für k die der Grösse $\frac{n\xi}{a\delta}$ zunächst benachbarte ganze Zahl genommen werden, um den Werth von $aw + a'w'$ dem Werthe von ξ beliebig nahe zu bringen. Denn es ist dann:

$$k = \frac{n}{a\delta}(\xi - \phi),$$

wo ϕ den Werth:

$$\frac{a\delta}{n} \mathrm{R}\left(\frac{n\xi}{a\delta}\right)$$

bedeutet,[1] und es wird:

$$(\mathfrak{A}') \qquad aw + a'w' = \xi - \phi.$$

Die Annäherung an ξ ist demnach mindestens $\frac{a\delta}{2n}$ und kann also mit wachsendem n beliebig verstärkt werden. Dabei wächst die Grösse der Zahlen w, w' mit n, aber — bei der angegebenen Bestimmung derselben — überdies auch mit dem Werthe von $\frac{1}{\delta}$. Doch kann man auch in einfacher Weise Zahlen w_0, w'_0 bestimmen, für welche:

$$|aw_0 + a'w'_0 - \xi| < \left|\frac{a}{2n}\right| \text{ und zugleich } |w'_0| \leqq \tfrac{1}{2}|n|$$

[1] Mit $\mathrm{R}(a)$ ist hier wie in meinen früheren Mittheilungen der Rest bezeichnet, welcher verbleibt, wenn man von der reellen Grösse a die ihr zunächst benachbarte ganze Zahl subtrahirt.

ist. Bringt man nämlich die der Grösse $\frac{n\xi}{a}$ nächst benachbarte ganze Zahl auf die Form $nw_0 + n'w'_0$, und zwar so, dass $|w'_0| \leqq \frac{1}{2}|n|$ wird, so resultirt die Gleichung:

$$aw_0 + a'w'_0 - \xi = \frac{a}{n}\left(\frac{\delta}{n}w'_0 - \mathrm{R}\left(\frac{n\xi}{a}\right)\right),$$

welche zeigt, dass in der That $|aw_0 + a'w'_0 - \xi| < \left|\frac{a}{2n}\right|$ ist. — Setzt man ferner:

$$w = w_0 - kn', \; w' = w'_0 + kn$$

und nimmt hierin für k die der Grösse $\frac{1}{\delta}\mathrm{R}\left(\frac{n\xi}{a}\right) - \frac{w'_0}{n}$ nächst benachbarte ganze Zahl, so wird:

$$aw + a'w' - \xi = \frac{a\delta\delta'}{2n} = \frac{a\delta'\delta''}{2w'},$$

wo

$$\tfrac{1}{2}\delta' = k - \frac{1}{\delta}\mathrm{R}\left(\frac{n\xi}{a}\right) + \frac{w'_0}{n}, \quad \delta'' = \tfrac{1}{2}\delta\delta' + \mathrm{R}\left(\frac{n\xi}{a}\right)$$

ist, so dass auch δ', δ'', ebenso wie δ, zwischen -1 und $+1$ liegen.

Ich bemerke noch, dass alle Zahlensysteme w, w', wofür der Werth von $aw + a'w'$ sich um weniger als $\frac{a}{2n}$ von ξ unterscheidet, durch Verbindung irgend eines derselben mit einem solchen, wofür $|aw + a'w'| < \left|\frac{a}{n}\right|$ ist, erlangt werden können, und dass gewisse näherungsweise Lösungen der Gleichung $aw + a'w' = \xi$ schon von Hrn. Tchebychef und nachher von Hrn. Hermite gegeben worden sind.[1]

Ist $F(x)$ eine eindeutige, gleichmässig stetige Function der reellen Variabeln x, für welche die Gleichung:

$$(\mathfrak{A}) \qquad F(x) = F(x+a) = F(x+a')$$

und also auch die Gleichung:

$$F(x) = F(x + aw + a'w')$$

besteht, in welcher w, w' irgend welche ganze Zahlen bedeuten, so besagt diese letztere Gleichung im Falle $a : a' = n : n'$ gemäss der Relation $(\mathfrak{A})$ nichts Anderes als die Gleichung:

$$F(x) = F\left(x + \frac{a}{n}w_0\right) \qquad (w_0 = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots),$$

[1] Journal für Mathematik Bd. 88 S. 10.

während sie für den Fall, dass das Verhältniss $a:a'$ irrational ist, gemäss $(\mathfrak{A}')$ die Gleichung:

$$F(x) = F(x' - \phi)$$

ergiebt, wenn $x' = x + \xi$ gesetzt wird. Da die Grösse ϕ beliebig verkleinert werden kann, und die Function $F(x)$ als stetig vorausgesetzt ist, so folgt, dass für jeden beliebigen Werth x':

$$F(x) = F(x'),$$

d. h. also, dass $F(x)$ eine von x unabhängige Constante sein muss.

Aus der Gleichung $(\mathfrak{A})$ ist also zu erschliessen, dass die Function $F(x)$ die Periode $\frac{a}{n}$ hat, wenn das Verhältniss $a:a'$ sich durch das Verhältniss ganzer Zahlen $n:n'$ darstellen lässt, dass sie aber, wenn dies nicht der Fall ist, sich auf eine Constante reduciren muss.

§. 2.

Nunmehr seien $a, a', a'', b, b', b'', \xi, \eta$ gegebene reelle Grössen, und es seien drei ganze Zahlen w, w', w'' so zu bestimmen, dass die beiden linearen Ausdrücke:

$$aw + a'w' + a''w'', \quad bw + b'w' + b''w''$$

beziehungsweise den Werthen ξ und η beliebig nahe kommen, d. h. also, dass die Ungleichheiten:

$$|aw + a'w' + a''w'' - \xi| < \tau, \quad |bw + b'w' + b''w'' - \eta| < \tau$$

für eine gegebene, beliebig kleine Grösse τ erfüllt sind, oder, was dasselbe ist, die Gleichungen:

$$(\mathfrak{B}) \quad aw + a'w' + a''w'' = \xi - \phi, \quad bw + b'w' + b''w'' = \eta - \psi,$$

nebst den Ungleichheitsbedingungen $|\phi| < \tau$, $|\psi| < \tau$.

Für die Frage der Auflösung des Systems der Gleichungen $(\mathfrak{B})$ sind offenbar zwei Coefficienten-Systeme:

$$\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} a_0, a_0', a_0'' \\ b_0, b_0', b_0'' \end{pmatrix}$$

einander aequivalent, wenn jedes aus dem andern durch lineare Transformation der Zeilen mit beliebigen Coefficienten und durch lineare Transformation der Colonnen mit ganzzahligen Coefficienten hervorgeht.

I. Ist nun **erstens** $ab' - a'b = ab'' - a''b = a'b'' - a''b' = 0$ oder also $a : a' : a'' = b : b' : b''$, so findet die Aequivalenz:

$$\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} a, a', a'' \\ 0, 0, 0 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} b, b', b'' \\ 0, 0, 0 \end{pmatrix}$$

statt, und das System der beiden Gleichungen ($\mathfrak{B}$) ist für beliebige Werthe von ξ und η nicht lösbar. Der »Rang« des Coefficientensystems[1] ist in diesem Falle kleiner als *Zwei*.

II. Wenn aber **zweitens** der Rang des Coefficientensystems der Gleichungen ($\mathfrak{B}$) nicht kleiner als *Zwei* ist, so wähle ich zuvörderst drei ganze Zahlen m, m', m'', für welche die absoluten Werthe der beiden Ausdrücke:

$$am + a'm' + a''m'', \quad bm + b'm' + b''m''$$

kleiner als τ werden. Dies ist stets möglich. Denn wenn man jedes der beiden Intervalle:

$$(|a| + |a'| + |a''|)t^2, \quad (|b| + |b'| + |b''|)t^2,$$

welches die je $(t^2 + 1)^3$ Werthe von

$$aw + a'w' + a''w'' \text{ und } bw + b'w' + b''w'' \quad (w, w', w'' = 0, 1, 2, \ldots t^2)$$

umfasst, in t^3 gleiche Theile theilt, so giebt es mindestens zwei Systeme von Zahlen:

$$(w_1, w_1', w_1''), \quad (w_2, w_2', w_2''),$$

für welche $aw_1 + a'w_1' + a''w_1''$ und $aw_2 + a'w_2' + a''w_2''$ in einem und demselben der t^3 Theilintervalle der Grössen $aw + a'w' + a''w''$ und ebenso $bw_1 + b'w_1' + b''w_1''$ und $bw_2 + b'w_2' + b''w_2''$ in einem und demselben der t^3 Theilintervalle der Grössen $bw + b'w' + b''w''$ liegen. Setzt man nun:

$$w_1 - w_2 = m, \quad w_1' - w_2' = m', \quad w_1'' - w_2'' = m'',$$

so ist:

$$|am + a'm' + a''m''| < \frac{|a| + |a'| + |a''|}{t}, \quad |bm + b'm' + b''m''| < \frac{|b| + |b'| + |b''|}{t},$$

und man kann also in der That durch angemessene Wahl der Zahl t bewirken, dass die beiden absoluten Werthe:

$$|am + a'm' + a''m''|, \quad |bm + b'm' + b''m''|$$

kleiner als die gegebene Grösse τ werden, dass also, wenn man:

$$am + a'm' + a''m'' = a''', \quad bm + b'm' + b''m'' = b'''$$

setzt,

$$\tau > |a'''| \geq |b'''|$$

---

[1] Vergl. die Definition in §. 5.

wird. Hierbei können aber beide Grössen a''' und b''' gleich Null werden. In diesem Falle ist:

$$-a''m'' = am + a'm', \quad -b''m'' = bm + b'm',$$

und das aus drei Colonnen von ganzen Zahlen bestehende System:

$$\begin{pmatrix} m'', \mathrm{o}, m \\ \mathrm{o}, m'', m' \end{pmatrix}$$

lässt sich nach dem im Art. VIII meiner vorigen Mittheilung angegebenen Verfahren auf ein System von nur zwei Colonnen:

$$\begin{pmatrix} r, r' \\ s, s' \end{pmatrix},$$

und zwar mittels ganzzahliger linearer Transformation der Colonnen allein, reduciren. Man kann nämlich zuvörderst die Coefficienten m, m' in der dritten Colonne jenes Systems durch ihre absolut kleinsten Reste *modulo* m'' ersetzen. Resultirt dann das System:

$$\begin{pmatrix} m'', \mathrm{o}, m_0 \\ \mathrm{o}, m'', m'_0 \end{pmatrix},$$

so ist hieraus, wenn $|m_0| \leq |m'_0|$ ist, ein neues System:

$$\begin{pmatrix} m'' + hm_0, & \mathrm{o}, m_0 \\ hm'_0, & m'', m'_0 \end{pmatrix}$$

zu bilden, in welchem $|m'' + hm_0| < |m_0|$ ist. Die kleinste der drei Determinanten des vorigen Systems ist $|m''m_0|$, die des neuen Systems ist $|m''(m'' + hm_0)|$ und also kleiner als die kleinste des vorigen. Man muss daher bei Fortsetzung des angegebenen Verfahrens zu einem System:

$$\begin{pmatrix} r, r', r'' \\ s, s', s'' \end{pmatrix}$$

gelangen, dessen kleinste Determinante $|rs' - r's|$ nicht mehr verkleinert werden kann. Alsdann müssen aber die Coefficienten α, β, für welche

$$\alpha r + \beta r' = r'', \quad \alpha s + \beta s' = s''$$

wird, ganze Zahlen sein; denn sonst würden bei Weglassung der grössten Ganzen von α und β Coefficienten r''', s''' an die Stelle von r'', s'' treten, für welche wenigstens eine der Determinanten $rs''' - r'''s$ oder $r's''' - r'''s'$ ihrem absoluten Werthe nach kleiner als $|rs' - r's|$ wäre.

Das reducirte System $\begin{pmatrix} r, r' \\ s, s' \end{pmatrix}$ ist dem System $\begin{pmatrix} m'', \mathrm{o}, m \\ \mathrm{o}, m'', m' \end{pmatrix}$ aequi-

valent, sogar in dem engeren Sinne, dass das eine System aus dem andern durch lineare ganzzahlige Transformation der Colonnen allein hervorgeht. Es ist daher einerseits:

$$r = hm'' - h''m\;,\quad r' = km'' - k''m\;,$$
$$s = h'm'' - h''m'\;,\quad s' = k'm'' - k''m'\;,$$

und andrerseits:

$$m'' = \alpha_0 r + \alpha_0' r'\;,\quad 0 = \beta_0 r + \beta_0' r'\;,\quad -m = \gamma_0 r + \gamma_0' r'\;,$$
$$0 = \alpha_0 s + \alpha_0' s'\;,\quad m'' = \beta_0 s + \beta_0' s'\;,\quad -m' = \gamma_0 s + \gamma_0' s'\;,$$

wo $h, h', h'', k, k', k'', \alpha_0, \alpha_0', \beta_0, \beta_0', \gamma_0, \gamma_0'$ ganze Zahlen bedeuten, und wenn man:

$$\frac{ra + sa'}{m''} = a_0\;,\quad \frac{r'a + s'a'}{m''} = a_0'\;,$$
$$\frac{rb + sb'}{m''} = b_0\;,\quad \frac{r'b + s'b'}{m''} = b_0'$$

setzt, erhält man für die Systeme

$$\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}\;,\quad \begin{pmatrix} a_0, a_0' \\ b_0, b_0' \end{pmatrix}$$

die Transformations-Gleichungen:

$$a_0 = ah + a'h' + a''h''\;,\quad a_0' = ak + a'k' + a''k''\;,$$
$$b_0 = bh + b'h' + b''h''\;,\quad b_0' = bk + b'k' + b''k''\;;$$
$$a = a_0\alpha_0 + a_0'\alpha_0'\;,\quad a' = a_0\beta_0 + a_0'\beta_0'\;,\quad a'' = a_0\gamma_0 + a_0'\gamma_0'\;,$$
$$b = b_0\alpha_0 + b_0'\alpha_0'\;,\quad b' = b_0\beta_0 + b_0'\beta_0'\;,\quad b'' = b_0\gamma_0 + b_0'\gamma_0'\;.$$

Das System der zwei Gleichungen mit drei zu bestimmenden ganzen Zahlen w, w', w'':

$$aw + a'w' + a''w'' = \xi - \phi\;,\quad bw + b'w' + b''w'' = \eta - \psi\;,$$

ist also dem Gleichungssystem von zwei Gleichungen mit nur zwei zu bestimmenden ganzen Zahlen w_0, w_0':

$$a_0 w_0 + a_0' w_0' = \xi - \phi\;,\quad b_0 w_0 + b_0' w_0' = \eta - \psi\;,$$

aequivalent, und dieses gestattet offenbar für beliebige Werthe ξ, η keine beliebige Verkleinerung der Grössen ϕ und ψ, auch dann nicht, wenn die Determinante $a_0 b_0' - a_0' b_0$ verschwindet.

In dem hiermit erledigten zweiten Falle, wo:

$$am + a'm' + a''m'' = 0\;,\quad bm + b'm' + b''m'' = 0$$

ist, kann das Verhältniss der drei Determinanten:

$$a'b'' - a''b'\;,\quad a''b - ab''\;,\quad ab' - a'b$$

durch das Verhältniss von drei ganzen Zahlen $m : m' : m''$ dargestellt werden. Es wird also, wenn $m = k\,(a'b'' - a''b')$ gesetzt wird,

$$\begin{aligned} b'k\,(aw + a'w' + a''w'') - a'k\,(bw + b'w' + b''w'') &= m''w - mw'', \\ -bk\,(aw + a'w' + a''w'') + ak\,(bw + b'w' + b''w'') &= m''w' - m'w'', \end{aligned}$$

und das Coefficientensystem:

$$\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$$

ist demnach einem System ganzzahliger Coefficienten:

$$\begin{pmatrix} m'', 0, -m \\ 0, m'', -m' \end{pmatrix}$$

aequivalent. Da umgekehrt, wenn eine Aequivalenz:

$$\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} a_0, a_0', a_0'' \\ b_0, b_0', b_0'' \end{pmatrix}$$

besteht, in welcher $a_0, a_0', a_0'', b_0, b_0', b_0''$ ganze Zahlen sind, so dass die Gleichungen:

$$a_0 m_0 + a_0' m_0' + a_0'' m_0'' = 0, \quad b_0 m_0 + b_0' m_0' + b_0'' m_0'' = 0$$

in ganzen Zahlen m_0, m_0', m_0'' lösbar sind, wegen eben jener Aequivalenz auch die Gleichungen:

$$am + a'm' + a''m'' = 0, \quad bm + b'm' + b''m'' = 0$$

befriedigt werden können, so ist die Aequivalenz des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ mit einem solchen, dessen Elemente sämmtlich ganze Zahlen sind, als eine charakteristische für diejenigen Coefficientensysteme nachgewiesen, für welche die Möglichkeit des Nullwerdens von a''' und b''', welche die Voraussetzung des hier behandelten Falles bildet, vorhanden ist. Diese Coefficientensysteme sollen übrigens, gemäss einer späteren allgemeinen Darlegung als solche bezeichnet werden, deren *Rationalitäts-Rang* gleich Null ist.

III. Es sei nun drittens wenigstens einer der beiden Werthe a''', b''', von Null verschieden, also, da oben $|a'''| \geqq |b'''|$ angenommen worden ist: $\tau > |a'''| > 0$.

Alsdann sind drei ganze Zahlen n, n', n'' so zu bestimmen, dass der Werth von:

$$\left(b - \frac{b'''}{a'''}a\right)n + \left(b' - \frac{b'''}{a'''}a'\right)n' + \left(b'' - \frac{b'''}{a'''}a''\right)n'',$$

der mit $b^{(4)}$ bezeichnet werden soll, absolut kleiner als τ wird. Setzt man noch:

$$an + a'n' + a''n'' = a^{(4)},$$

so ist:

$$bn + b'n' + b''n'' = b^{(4)} + \frac{b'''}{a'''}a^{(4)}.$$

Wird nun $b^{(4)} = 0$, so ist:

$$b'''(an + a'n' + a''n'') = a'''(bn + b'n' + b''n''),$$

oder also, wenn man an Stelle von a''', b''' ihre Werthe:

$$am + a'm' + a''m'',\ bm + b'm' + b''m''$$

einsetzt:

$$(ab'-a'b)(mn'-m'n)+(a'b''-a''b')(m'n''-m''n')+(a''b-ab'')(m''n-mn'')=0.$$

Es verschwindet also die Determinante:

$$\begin{vmatrix} a\,, & a'\,, & a'' \\ b\,, & b'\,, & b'' \\ m'n''-m''n'\,, & m''n-mn''\,, & mn'-m'n \end{vmatrix}.$$

und das Coefficienten-System ist daher dem Systeme:

$$\begin{pmatrix} a & , & a' & , & a'' \\ m'n''-m''n' & , & m''n-mn'' & , & mn'-m'n \end{pmatrix}$$

aequivalent, dessen zweite Zeile aus lauter ganzen Zahlen besteht. Hieraus erhellt, dass auch in diesem dritten Falle die Gleichungen:

$$aw + a'w' + a''w'' = \xi - \phi\,,\ \ bw + b'w' + b''w'' = \eta - \psi$$

für beliebig gegebene Werthe von $\xi\,,\eta$ nicht in der Weise lösbar sind, dass ϕ und ψ beliebig klein werden.

Der »*Rationalitäts-Rang*« des Systems $\begin{pmatrix} a\,, & a'\,, & a'' \\ b\,, & b'\,, & b'' \end{pmatrix}$ ist in diesem dritten Falle gleich *Eins*.

IV. Es bleibt nun viertens der Fall zu untersuchen, wo $b^{(4)} \gtrless 0$ ist. In diesem Falle werde zuvörderst eine ganze Zahl ν so bestimmt, dass der absolute Werth von:

$$\eta - \frac{b'''}{a'''}\xi - \nu b^{(4)}$$

kleiner als $\frac{1}{2}|\,b^{(4)}\,|$ wird, und demnächst eine ganze Zahl μ so, dass der absolute Werth von:

$$\xi - \nu a^{(4)} - \mu a'''$$

kleiner als $\frac{1}{2}|\,a'''\,|$ wird. Dann kommt, wenn:

$$\xi - \nu a^{(4)} - \mu a''' = \phi\,,\ \eta - \frac{b'''}{a'''}\xi - \nu b^{(4)} = \psi - \frac{b'''}{a'''}\phi$$

gesetzt wird:

$$\mu(am + a'm' + a''m'') + \nu(an + a'n' + a''n'') = \xi - \phi\,,$$
$$\mu(bm + b'm' + b''m'') + \nu(bn + b'n' + b''n'') = \eta - \psi.$$

Hier sind die absoluten Werthe von ϕ und ψ beide kleiner als τ, da

$$|\phi| < \tfrac{1}{2}|a''|\,.\;\; |a'''| < \tau\,;\;\; \left|\frac{b'''}{a'''}\right| < 1\,.\;\; \left|\psi - \frac{b'''}{a'''}\phi\right| < \tfrac{1}{2}|b^{(4)}|\,,\;\; |b^{(4)}| < \tau$$

ist, und die Gleichungen:

$$aw + a'w' + a''w'' = \xi - \phi\,,\; bw + b'w' + b''w'' = \eta - \psi\,,$$

werden also in der That durch die ganzzahligen Werthe:

$$w = \mu m + \nu n\,,\; w' = \mu m' + \nu n'\,,\; w'' = \mu m'' + \nu n''$$

in der durch das Problem geforderten Weise befriedigt.

In diesem vierten Falle ist der »*Rationalitäts-Rang*« des Systems $\begin{pmatrix} a\,, & a'\,, & a'' \\ b\,, & b'\,, & b'' \end{pmatrix}$ gleich *Zwei.*

Bei der angegebenen Bestimmungsweise werden, analog wie im Falle einer Gleichung im §. 1, die Zahlen w um so grösser, je kleiner a''' und $b^{(4)}$ sind. Die Frage der Auffindung der kleinsten dem Problem genügenden Zahlen w ist hier vorläufig bei Seite gelassen.

§. 3.

Ist $F(x, y)$ eine eindeutige, gleichmässig stetige Function der reellen Variablen x, y und bestehen die Gleichungen:

$$(\mathfrak{C})\quad F(x,y) = F(x+a, y+b) = F(x+a', y+b') = F(x+a'', y+b''),$$

so ist auch die Gleichung:

$$(\overline{\mathfrak{C}})\quad F(x, y) = F(x + aw + a'w' + a''w''\;,\; y + bw + b'w' + b''w'')$$

für alle ganzzahligen Werthe von w, w', w'' erfüllt. Hierbei kann offenbar angenommen werden, dass nicht alle sechs Grössen $a, a', a''\; b, b', b''$ gleich Null sind.

I. Wenn nun der (absolute) Rang des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ kleiner als *Zwei* und also

$$a : a' : a'' = b : b' : b''$$

ist, so kann angenommen werden, dass nicht alle drei Grössen a, a', a'' gleich Null sind. Wird dann

$$\lambda a = b\ ,\ \lambda a' = b'\ ,\ \lambda a'' = b''\ ,\ y_1 = y - \lambda x$$

und

$$F(x, y_1 + \lambda x) = F_1(x, y_1)$$

gesetzt, so geht die Gleichung ($\overline{\mathfrak{C}}$) in folgende über:

$$F_1(x, y_1) = F_1(x + aw + a'w' + a''w'', y_1),$$

welche zeigt, dass die Function F_1 nur in Beziehung auf die Variable x periodisch ist. Gemäss §. 1 ist aber dann $F_1(x, y_1)$, als Function von x allein betrachtet, einfach periodisch oder von x unabhängig, je nachdem das Verhältniss $a : a' : a''$ rational ist oder nicht, d. h. also je nachdem der »*Rationalitäts-Rang*« des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ gleich Null oder gleich Eins ist. Es ergiebt sich daher folgendes Resultat:

Ist der (absolute) Rang des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ gleich *Eins*, so lässt sich die Function $F(x, y)$ durch lineare Transformation der Variabeln in eine Function einer Variabeln verwandeln, für welche aus der Gleichung ($\mathfrak{C}$) keine Periodicität folgt, wenn der Rationalitäts-Rang des Systems ebenfalls gleich *Eins* ist. Wenn aber dieser Rationalitäts-Rang gleich *Null* ist, so kann $F(x, y)$ durch lineare Transformation der Variabeln in eine Function von zwei Variabeln verwandelt werden, welcher auf Grund der Gleichung ($\mathfrak{C}$) nur in Beziehung auf eine der beiden Variabeln eine Periode zukommt.

II. Wenn der (absolute) Rang des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ gleich *Zwei* und der Rationalitäts-Rang gleich *Null* ist, so folgt aus den Entwickelungen im §. 2, II, dass die Gleichung ($\mathfrak{C}$) nichts anderes ausdrückt, als die Gleichung:

$$F(x, y) = F(x + a_0 w_0 + a'_0 w'_0,\ y + b_0 w_0 + b'_0 w'_0),$$

welche zeigt, dass der Function $F(x, y)$ die beiden Periodensysteme (a_0, b_0), (a'_0, b'_0) zukommen.

III. Wenn der (absolute) Rang des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ gleich *Zwei* und der Rationalitäts-Rang gleich *Eins* ist, so ist dieses System gemäss den Entwickelungen im §. 2, III dem Systeme:

$$\begin{pmatrix} a & , & a' & , & a'' \\ m'n'' - m''n' & , & m''n - mn'' & , & mn' - m'n \end{pmatrix}$$

aequivalent; die Function $F(x, y)$ geht also durch lineare Transfor-

mation der Variabeln y in eine Function $F_1(x, y_1)$ über, welche die drei Periodensysteme:

$$(a, m'n'' - m''n'),\ (a', m''n - mn''),\ (a'', mn' - m'n)$$

hat. Bestimmt man nun eine ganze Zahl λ so, dass der absolute Werth von $\xi - \lambda a'''$ kleiner als τ wird, und setzt man $\xi - \lambda a''' = \phi$, so kommt, da:

$$am + a'm' + a''m'' = a''',\ (m'n'' - m''n')m + (m''n - mn'')m' + (mn' - m'n)m'' = 0$$

ist:

$$F_1(x, y_1) = F_1(x + \xi - \phi, y_1),$$

oder, wenn $x + \xi$ mit x' bezeichnet und die Stetigkeit der Function $F_1(x, y_1)$ berücksichtigt wird:

$$F_1(x, y_1) = F_1(x', y_1),$$

für beliebige Werthe von x und x'. Die Function F_1 ist daher von dem ersteren ihrer beiden Argumente unabhängig, während sie in Bezug auf das andere einfach periodisch ist.

IV. Wenn der Rationalitäts-Rang des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ gleich *Zwei* ist, so zeigen die Entwickelungen im §. 2, IV, dass aus der Gleichung ($\mathfrak{C}$) die Gleichung:

$$F(x, y) = F(x + \xi - \phi, y + \eta - \psi)$$

für beliebige Werthe von ξ, η folgt. Da ϕ und ψ beliebig klein gemacht werden können, so muss wegen der Stetigkeit der Function $F(x, y)$ auch die Gleichung:

$$F(x, y) = F(x + \xi, y + \eta) = F(x', y')$$

für ganz beliebige Werthe der Variabeln x, y, x', y' bestehen; die Function $F(x, y)$ muss also von beiden Argumenten unabhängig sein.

V. Die erlangten Resultate lassen sich, wenn man den (absoluten) Rang des Systems $\begin{pmatrix} a, a', a'' \\ b, b', b'' \end{pmatrix}$ mit r und den Rationalitäts-Rang mit $\mathfrak{r}$ bezeichnet, für alle vier unterschiedenen Fälle in folgender Weise zusammenfassen:

> Die Function $F(x, y)$ kann durch lineare Transformation der Variabeln in eine andere verwandelt werden, für welche die Periodicitäts-Gleichung ($\mathfrak{C}$) in Bezug auf $2 - r$ Variabeln gar keine Perioden, in Bezug auf $r - \mathfrak{r}$ Variabeln genau $r - \mathfrak{r}$ Periodensysteme ergiebt, und welche von den übrigen $\mathfrak{r}$ Variabeln unabhängig ist.

§. 4.

Ist $F(x+yi)$ eine eindeutige stetige Function der complexen Variabeln $x+yi$, und werden für dieselbe Periodicitäts-Gleichungen:

$$F(x+yi) = F(x+yi+a+bi) = F(x+yi+a'+b'i) = F(x+yi+a''+b''i)$$

vorausgesetzt, so ist in den oben (§. 3, I) behandelten Fällen:

$$F(x+yi) = F\big(x+yi+(aw+a'w'+a''w'')(1+\lambda i)\big)$$

für beliebige ganze Zahlen w, w', w''. Ist der Rationalitäts-Rang gleich *Null* und also das Verhältniss $a:a':a''$ rational, so ergiebt sich aus den vorausgesetzten Gleichungen nur eine einfache Periodicität der Function $F(x+yi)$. Ist aber der Rationalitäts-Rang gleich *Eins*, so lassen sich ganze Zahlen w, w', w'' bestimmen, für welche $aw+a'w'+a''w''$ einer gegebenen reellen Grösse ξ beliebig nahe kommt. Es ist daher, in Folge der Voraussetzung der Stetigkeit von F, für jede reelle Grösse ξ:

$$F(x+yi) = F\big(x+yi+\xi(1+\lambda i)\big),$$

und also, wenn diese Gleichung nach ξ differentiirt und dann $\xi = 0$ gesetzt wird:

$$F'(x+yi) = 0.$$

Die Function $F(x+yi)$ muss sich daher auf eine Constante reduciren.

Für den im §. 3, II behandelten Fall lassen sich die drei Perioden $a+bi, a'+b'i, a''+b''i$ auf zwei reduciren.

Für den im §. 3, III behandelten Fall giebt es reelle Grössen α, β, so dass:

$$a\beta+b\alpha = m'n''-m''n', \quad a'\beta+b'\alpha = m''n-mn'', \quad a''\beta+b''\alpha = mn'-m'n,$$

und also:

$$(a+bi)(\alpha+\beta i) = \gamma+ci, \; (a'+b'i)(\alpha+\beta i) = \gamma'+c'i, \; (a''+b''i)(\alpha+\beta i) = \gamma''+c''i$$

wird, wenn man der Kürze halber die drei Determinanten:

$$m'n''-m''n', \; m''n-mn'', \; mn'-m'n$$

mit c, c', c'' bezeichnet. Setzt man nun $x_1+y_1i = (\alpha+\beta i)(x+yi)$ und:

$$F(x+yi) = F_1(x_1+y_1i),$$

so ist:

$$F_1(x_1+y_1i) = F_1\big(x_1+y_1i+(\gamma+ci)w+(\gamma'+c'i)w'+(\gamma''+c''i)w''\big),$$

und wenn man hierin:

$$w = \lambda m, \; w' = \lambda m', \; w'' = \lambda m''$$

nimmt, wo m, m', m'' die im §. 2, III definirten Zahlen bedeuten, so verschwindet der imaginäre Theil: $cw+c'w'+c''w''$, während

$\gamma m + \gamma' m' + \gamma'' m''$ beliebig klein wird, und es kann demnach die Zahl λ so bestimmt werden, dass der reelle Theil $\gamma w + \gamma' w' + \gamma'' w''$ einem gegebenen Werthe ξ beliebig nahe kommt. Hieraus folgt, dass für beliebige Werthe ξ die Gleichung:

$$F_1(x_1 + y_1 i) = F_1(x_1 + y_1 i + \xi)$$

besteht, dass also die Ableitung von $F_1(x_1 + y_1 i)$ verschwinden und die Function $F_1(x_1 + y_1 i)$ selbst sich auf eine Constante reduciren muss.

Für den im §. 3, IV behandelten Fall ergiebt sich direct, ohne die Ableitung der Function F zu Hülfe zu nehmen, dass $F(x + yi)$ für alle Werthe der complexen Variabeln constant sein muss.

§. 5.

Es sei (a_{ik}) für $i = 1, 2, \ldots p$ und $k = 1, 2, \ldots q$ ein System reeller Grössen, und r sei die grösste Zahl von der Beschaffenheit, dass nicht sämmtliche aus den Elementen a_{ik} zu bildenden Determinanten $r$ter Ordnung verschwinden. Alsdann ist r die »Stufenzahl« oder der »Rang« des aus den q linearen Functionen von p Variabeln $\mathfrak{R}_1, \mathfrak{R}_2, \ldots\ldots \mathfrak{R}_p$ gebildeten Divisorensystems:

$$(\mathfrak{D}) \qquad \left(\sum_i a_{i1}\mathfrak{R}_i, \sum_i a_{i2}\mathfrak{R}_i, \ldots\ldots \sum_i a_{iq}\mathfrak{R}_i\right), \qquad (i = 1, 2, \ldots p)$$

und soll auch, wie im Art. X meiner vorigen Mittheilung, als der Rang des Grössensystems (a_{ik}) selbst bezeichnet werden. Nach den allgemeinen Entwickelungen im §. 21 meiner Festschrift zu Hrn. Kummers Doctorjubiläum ist das Divisorensystem $(\mathfrak{D})$ dann und nur dann in einem anderen aus linearen Functionen von $\mathfrak{R}_1 . \mathfrak{R}_2 . \ldots \mathfrak{R}_p$ bestehenden Divisorensysteme:

$$(\mathfrak{D}') \qquad \left(\sum_i b_{i1}\mathfrak{R}_i, \sum_i b_{i2}\mathfrak{R}_i, \ldots\ldots \sum_i b_{iq}\mathfrak{R}_i\right) \qquad (i = 1, 2, \ldots p)$$

»enthalten«, wenn sich jedes Element des Divisorensystems $(\mathfrak{D}')$ als ganzzahlige lineare homogene Function der Elemente des Divisorensystems $(\mathfrak{D})$ darstellen lässt, d. h. also, wenn:

$$(\mathfrak{E}) \qquad b_{ik'} = \sum_k a_{ik} g_{kk'} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \\ k' = 1, 2, \ldots q' \end{pmatrix}$$

ist, und die qq' Coefficienten $g_{kk'}$ ganze Zahlen sind. Es kann nun auch dieser Begriff des Enthalten-Seins von den aus linearen Functionen bestehenden Divisorensystemen auf die Systeme der Coefficienten der linearen Functionen selbst übertragen und also

> ein System (a_{ik}) als unter dem Systeme $(b_{ik'})$ enthalten bezeichnet werden, wenn Substitutions-Gleichungen $(\mathfrak{E})$ mit ganzzahligen Coefficienten $g_{kk'}$ bestehen, oder also wenn das System $(b_{ik'})$ aus der Composition des Systems (a_{ik}) mit einem ganzzahligen Systeme $(g_{kk'})$ resultirt.

Wenn zwei Systeme einander gegenseitig enthalten, so sind sie als »aequivalent« zu bezeichnen.

Die hier aufgestellten Begriffe haben für das Problem der näherungsweisen ganzzahligen Auflösung linearer Gleichungen eine unmittelbare Bedeutung. Denn erstens

> ist überhaupt ein System linearer, nicht homogener Gleichungen dann und nur dann, wenn der Rang des Coefficientensystems mit der Anzahl der Gleichungen genau übereinstimmt, in dem allgemeinen Sinne lösbar, dass die gegebenen linearen homogenen Functionen der zu bestimmenden Grössen beliebig gegebenen Grössen gleich werden sollen;

es können also nur die Werthe von r linear unabhängigen Functionen:

$$(\mathfrak{F})\qquad \sum_k a_{1k}w_k\,,\quad \sum_k a_{2k}w_k\,,\;\ldots\ldots\qquad (k=1,2,\ldots q)$$

durch passende Bestimmung von $w_1, w_2, \ldots w_q$ gegebenen Variabeln $\xi_1, \xi_2, \ldots$ gleich gemacht werden. Es können daher auch nicht mehr als r Gleichungen:

$$(\mathfrak{G})\qquad \sum_k a_{1k}w_k = \xi_1 - \phi_1\,,\quad \sum_k a_{2k}w_k = \xi_2 - \phi_2\,,\ldots\qquad (k=1,2,\ldots q)$$

für beliebig gegebene Grössen $\xi_1, \xi_2, \ldots$ mit den Ungleichheitsbedingungen:

$$|\phi_1| < \tau,\; |\phi_2| < \tau, \ldots$$

in ganzen Zahlen $w_1, w_2, \ldots w_q$ gelöst werden.

An Stelle des Gleichungssystems $(\mathfrak{G})$ kann auch das Gleichungssystem:

$$(\mathfrak{G}^0)\qquad \sum_{k'} a^0_{1k'}w^0_{k'} = \xi_1 - \phi_1\,,\; \sum_{k'} a^0_{2k'}w^0_{k'} = \xi_2 - \phi_2\,,\ldots\qquad (k'=1,2,\ldots q')$$

gesetzt werden, falls die Systeme (a_{ik}) und $(a^0_{ik'})$ in dem angegebenen Sinne einander aequivalent sind; denn wenn:

$$a^0_{ik'} = \sum_k a_{ik}g_{kk'}\,,\quad a_{ik} = \sum_{k'} a^0_{ik'}g^0_{k'k}\qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \\ k'=1,2,\ldots q' \end{pmatrix}$$

ist, so werden durch die linearen ganzzahligen Transformationen der zu bestimmenden Grössen $w_k, w^0_{k'}$:

$$w_k = \sum_{k'} g_{kk'}w^0_{k'}\,,\quad w^0_{k'} = \sum_k g^0_{k'k}w_k\qquad \begin{pmatrix} k=1,2,\ldots q \\ k'=1,2,\ldots q' \end{pmatrix}$$

die beiden Gleichungssysteme $(\mathfrak{G})$, $(\mathfrak{G}^0)$ in einander transformirt.

(Fortsetzung folgt.)

Ausgegeben am 18. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1884.

LII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

18. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. von Helmholtz las eine Verallgemeinerung der Sätze über die Statik der monocyklischen Systeme.

2. Derselbe legte eine Mittheilung der HH. DD. Arthur König Assistenten am physikalischen Institut, und Franz Richarz über eine neue Methode zur Bestimmung der Gravitationsconstante vor.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.



Verallgemeinerung der Sätze über die Statik der monocyklischen Systeme.

Von H. von Helmholtz.

In meiner Mittheilung vom 6. März d. J. habe ich für gewisse Bewegungen mechanischer Systeme, die ich als monocyklische Bewegungen definirt habe, nachgewiesen, dass sie einem Gesetze folgen, welches dem von Carnot und Clausius für die Wärmebewegung aufgestellten analog ist. Die Systeme und Bewegungen, welche ich monocyklisch genannt habe, lassen zwar eine sehr grosse Mannigfaltigkeit der Bedingungen zu, unter denen sie entstehen; in den von mir gegebenen Beispielen war aber im Allgemeinen vorausgesetzt, dass die besondere Art der Bewegungen hauptsächlich durch feste Verbindungen zwischen den bewegten Theilen unterhalten und die Ausführung anderer Bewegungen mehr oder weniger beschränkt würde. In dieser Beziehung unterscheiden sich die von mir angeführten Fälle solcher Bewegungen wesentlich von den als Grund der Wärmeerscheinungen vorausgesetzten Bewegungen der Atome.

Übrigens ist die Gültigkeit der Bewegungsgleichungen von Lagrange, die meinen Sätzen als Ausgangspunkt dienten, gänzlich unabhängig von der Natur der Kräfte, welche die bewegten Punkte in ihrer Bahn erhalten, ob dabei nun der Gegendruck fester Verbindungen oder Einflüsse aus der Ferne her wirken, wenn nur eben Kräfte von passender Intensität und Richtung da sind. Es müssen sich also diese Sätze verallgemeinern lassen für vollkommen frei bewegliche Systeme. Nur kommt es darauf an die besondere Classe von Bewegungen richtig abzugrenzen, für welche sie gelten sollen.

Nun ist ein wesentliches Kennzeichen der monocyklischen Bewegungen, dass, so lange jede einzelne derselben ungestört weiter geht, nicht nur die Summe der lebendigen Kraft und der potentiellen Energie constant ist, wie in jedem andern conservativen System, sondern auch jeder dieser beiden Summanden für sich. Bei den bisher über die Wärmebewegung aufgestellten Hypothesen ist allerdings immer nur eine annähernde Constanz für die Bewegungen einzelner

Atomgruppen angenommen worden, aber immer mit der gleichzeitigen Voraussetzung, dass die Bewegungsformen einer grossen Zahl ähnlicher Atomgruppen sich zeitlich so aneinander fügen, dass die lebendige Kraft des ganzen Systems dauernd denselben Werth behält. Bei den Gasmolekeln schwindet während jedes Zusammenstosses allerdings ein Theil von der lebendigen Kraft der beiden stossenden Molekeln, so viel der zwischen ihnen wachgerufenen potentiellen Energie entspricht. Wenn aber eine Million Molekeln vorhanden sind, so ist, was schwindet, im Mittel nur der millionteste Theil der gesammten lebendigen Kraft des Systems, so dass die Schwankung im Werth der letzteren um so unbedeutender wird, je mehr Theile vorhanden sind. Theils wird dadurch der Bruchtheil um so kleiner, um welchen sie während des einzelnen Stosses abnimmt, theils werden bei grösserer Zahl von Atomen auch die verschiedenen Stadien des Zusammenstosses in dem ganzen Systeme um so gleichmässiger vertheilt auftreten.

Um solche Bewegungen eines mechanischen Systems, bei denen die kinetische Energie (lebendige Kraft) des ganzen Systems fortdauernd constant bleibt, durch eine kurze Bezeichnung unterscheiden zu können, will ich sie *isokinetische* nennen.

Man nehme an ein System, in welchem nur conservative Kräfte wirken, alle Massenpunkte sich frei unter dem Einfluss dieser Kräfte bewegen, und nur eine einzige Masse durch äussere willkührlich wechselnde Kräfte in einer Lage festgehalten wird, welche während jeder einzelnen isokinetischen Bewegung des Systems unverändert bleibt, von einer zur anderen indessen wechseln kann, aber so, dass die Lage der Masse dabei nur von einer Coordinate p abhängt. Für die Wärmebewegung eines Gases oder einer Flüssigkeit würde also zum Beispiel ein Stempel, der einen Druck ausübt, eine solche ruhende Masse sein. Andererseits sei die Bewegung dadurch zu verändern, dass man bei unveränderter Lage der festen Masse die lebendige Kraft des bewegten Systems ändert.

Es wird vorausgesetzt, dass bei jeder Lage der festen Masse und jedem Werthe der lebendigen Kraft isokinetische Bewegungen möglich sind, welche bei continuirlicher Änderung der Coordinate, die die Lage der festen Masse bestimmt, und continuirlicher Änderung im Werthe der lebendigen Kraft aus continuirlich in einander übergehenden Anfangszuständen hervorgehen können. Übrigens wird nichts geändert in der Gültigkeit des nachher auszusprechenden Theorems, wenn für jeden einzelnen Werth der genannten Coordinate und der lebendigen Kraft verschiedene Arten isokinetischer Bewegung bestehen können, wobei dieselben auch nicht nur verschiedene Zeitabschnitte aus einer und derselben fortlaufenden Bewegung darzustellen brauchen.

Es wird ferner vorausgesetzt, dass langsamste Änderungen der Lage der festen Masse und der lebendigen Kraft möglich sind, während welcher die Bewegungsweise des ganzen Systems sich nur in verschwindender Weise von einer solchen entfernt, welche unter den gerade stattfindenden Umständen sich isokinetisch fortsetzen könnte.

Um nun die beiden Formen des Hamilton'schen Satzes auf die Variation der Bahnen anwenden zu können, muss man für jede Reihe von Veränderungen, die vor sich gehen soll, annehmen, dass während derselben der potentiellen Energie Φ passende Zusätze gemacht werden, die Functionen der Coordinate p der ruhenden Masse sind, und durch ihre Differentialquotienten nach p die zur Erhaltung des Gleichgewichts dieser Masse nöthigen Kräfte ergeben.

Wenn man von einer Reihe der Variationen zur andern übergeht, muss natürlich in derjenigen Bahn, welche beiden gemeinsam ist, der für die eine wie für die andere Reihe gemachte Zusatz für Φ denselben Differentialquotienten nach p, d. h. dieselbe Kraft ergeben, und seine Constante kann auch so bestimmt werden, dass die Werthe von Φ in beiden Reihen dieselben bleiben, damit beide Reihen hier continuirlich an einander schliessen.

Wenn ich die lebendige Kraft während einer bestimmten isokinetischen Bahn mit L bezeichne, die Zeit mit t, so ist das eine Hamilton'sche Integral:

$$W = \int_0^t (\Phi - L)\, dt.$$

Dieses Integral, berechnet für die wirklich ausgeführte Bahn zwischen den gegebenen Endpunkten, ändert im Allgemeinen seinen Werth, wenn der eine oder andere Endpunkt geändert wird, während die Zeit unverändert bleibt, aber man kann den Übergang in eine benachbarte Bahn so machen, dass weder die Lagenänderung des einen noch des andern Endpunkts den Werth von W verändert, und also auch beide Änderungen gleichzeitig ausgeführt, es nicht thun. Ich will diese Änderung der Endlagen der Bahn kurzweg als eine orthogonale bezeichnen, da sie angewendet auf die Bewegung eines einzelnen Massenpunktes in der That eine solche ist.

Nun lässt sich nachweisen, dass bei langsamster Ausführung einer solchen Änderung die auf die Verstärkung der inneren Bewegung zu verwendende Arbeit auf die Form gebracht werden kann:

$$dQ = 2L \cdot d \log (L \cdot t).$$

Der Factor t unter dem Logarithmus könnte in diesem Falle auch weggelassen werden, da für diese Art der Bahnänderung $dt = 0$.

Die andere Form des Hamilton'schen Integrals erhalten wir, wenn wir

$$L \cdot dt^2 = ds^2$$

setzen, und ds^2 mittels dieser Gleichung als homogene Function zweiten Grades der Differentiale der gewählten Coordinaten ausdrücken. Dann ist

$$U = \int \sqrt{2(E-\Phi)} \cdot ds$$

$$t = \int \frac{ds}{\sqrt{2(E-\Phi)}}$$

$$dU = 2L \cdot dt\,.$$

Bei den Variationen dieses Integrals muss die Grösse E constant gehalten werden, wie bei dem früheren das t. Wir können wieder orthogonale Übergänge, aber nun in anderer Richtung ausgeführt, dadurch definiren, dass wir erst die eine, dann die andere Endlage so ändern, dass der Werth von U ungeändert bleibt; dann beide gleichzeitig wodurch wir in eine benachbarte Bahn mit gleichem Werthe von E übergehen.

Die Arbeit, welche auf Verstärkung der inneren Bewegung bei diesem Übergange gerichtet werden muss, ist

$$dQ = 0.$$

Dieser selbe Werth wird aber in diesem Falle auch gegeben durch die obige Formel

$$dQ = 2L \cdot d \cdot \log(L \cdot t)\,,$$

da für die hier vorausgesetzten isokinetischen Bewegungen

$$W = 2L \cdot t$$

ist und bei der beschriebenen Art des Überganges der Werth von W unverändert bleiben soll. Man kann auch verschwindend kleine Änderungen in beiden Richtungen gleichzeitig machen, und dadurch beliebige Verhältnisse zwischen dE und dp herbeiführen.

Die früher von den HH. Boltzmann und Clausius für beschränktere Annahmen gefundenen Werthe des dQ stimmen dem wesentlichen Sinne nach mit dem hier gegebenen überein.

Dass bei monocyklischen Systemen das an Stelle des $L \cdot t$ tretende Moment der Bewegung damit übereinstimmenden Sinn hat, wenn man t für orthogonal abgeschnittene Wege berechnet, ergiebt sich leicht.

Die vollständige Ausführung dieses Beweises behalte ich mir vor, später zu geben.

In Bezug auf meine früheren Veröffentlichungen habe ich noch eine Lücke auszufüllen, betreffend die durch Fesselung polycyklischer Systeme zu gewinnenden monocyklischen, auf die ich bei der hier vorgelegten Fortsetzung der Untersuchungen aufmerksam wurde. Es kam mir dort nur darauf an, nachzuweisen, dass es eine grosse Mannigfaltigkeit von Systemen giebt, die einem Gesetze analog dem von Carnot folgen, und ich habe die Bedingungen herauszustellen gesucht, welche zu dem Zwecke erfüllt sein müssen. Leider habe ich unterlassen zu bemerken, dass nicht nothwendig alle Systeme, in denen alle anderen Geschwindigkeiten Functionen von einer unter ihnen und den Coordinaten sind, wie ich das für das gefesselte System verlangte, eine Entropiefunction haben. Wo aber die von mir für die Fesselung aufgestellten Bedingungen erfüllt sind, da ist eine solche vorhanden, und wenn ausser der Geschwindigkeit nur eine variable Coordinate vorkommt, ist immer eine Entropiefunction vorhanden. Deshalb widerspricht jenes Vorkommen nicht entropischer Systeme auch dem heut aufgestellten Theoreme nicht.

Auch muss ich den Schlussatz von §. 1 meiner ersten Mittheilung vom 6. März d. J. in ähnlichem Sinne beschränken. Für zwei Variable, nämlich q und ein p ist er richtig; für mehr Variable muss aber eine bestimmte physikalische Beziehung erfüllt sein, wenn er gelten soll.



Eine neue Methode zur Bestimmung der Gravitationsconstante.

Von Arthur König und Franz Richarz.

Die älteren Versuche zur Bestimmung der Gravitationsconstante benutzen das Pendel und die Drehwaage als Messinstrumente. Beide Apparate werden aber an Genauigkeit in Bezug auf diese Messungen bei weitem übertroffen von der Waage, welche zuerst von Hrn. von Jolly[1] auf Probleme der Gravitation angewandt ist. Er aequilibrirte eine und dieselbe Masse einmal durch Aufsetzen von Gewichtsstücken auf eine in gleicher Höhe befindliche Waagschale, ein anderesmal durch Aufsetzen von Gewichtsstücken auf eine 21^{m} tiefer befindliche mit jener oberen durch einen Draht verbundenen Waagschale. Die Differenz ergab die Abnahme der Schwere mit der Höhe. Er baute dann unterhalb der unteren Schale eine 5775^{kgr} schwere Bleikugel auf und bestimmte wiederum die entsprechende Differenz. Die Zunahme derselben ergab die Attraction der Bleikugel auf die Gewichte in der unteren Schale, da bis zur oberen Schale, wie der Versuch ergab, die Bleikugel keine messbare Wirkung ausübte. Die wesentlichsten Fehlerquellen sind die durch die Höhe des Beobachtungsraumes unvermeidlichen Temperaturdifferenzen, sowie die durch Luftströmungen an dem 21^{m} langen Drahte verursachte Reibung.

Gänzlich unabhängig von einander sind wir beide auf eine Methode gekommen, bei welcher die vierfache Attraction der benutzen Bleimasse zur Messung durch die Waage gelangt und überdies Temperaturdifferenzen und Luftströmungen fast völlig vermieden werden können.

In der Mitte der horizontalen Oberfläche eines parallelepipedischen Bleiklotzes ist eine Waage so aufgestellt, dass ihre Schalen möglichst nahe über der Oberfläche schweben. Unter jeder Schale ist der Bleiklotz vertical durchbohrt und vermöge zweier durch diese Löcher führenden Stangen sind an den oberen Schalen zwei andere Schalen so angehängt, dass sie sich dicht unterhalb des Klotzes befinden.

[1] Ph. von Jolly. Abh. d. kön. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. Band XIII und XIV und Wied. Ann. Band XIV.

Eine Masse m auf der Schale rechts oben wird durch Gewichtsstücke m_u in der Schale links unten in's Gleichgewicht gebracht. Dieselbe Masse m wird dann auf die Schale rechts unten gesetzt und mit Gewichtsstücken m_o auf der Schale links oben aequilibrirt. Nehmen wir zur Vereinfachung der nachfolgenden schematischen Berechnung an, der absolute Werth der verticalen Componente der beschleunigenden Kräfte, welche der Klotz am Orte der oberen und unteren Schalen ausübt, sei derselbe; er werde mit k bezeichnet. Nennen wir g_o resp. g_u den Werth der Schwere am Orte der oberen resp. der unteren Schalen, so gelten für die beiden Wägungen die Gleichungen:

$$m(g_o + k) = m_u(g_u - k),$$
$$m(g_u - k) = m_o(g_o + k).$$

Daraus folgt:

$$\delta_m = m_u - m_o = m\,\frac{(g_o+k)^2 - (g_u-k)^2}{(g_o + k)(g_u - k)}.$$

Setzen wir nun $g_u = g_o + \gamma$, so wird, wenn man beachtet, dass k und γ gegen g_o sehr klein sind:

$$\delta_m = \frac{2m}{g_o}(2k - \gamma).$$

Die Grösse γ ist zu bestimmen durch Wägungen, welche an derselben Waage in gleicher Weise vor Aufbau des Bleiklotzes ausgeführt sind. Es ist für zwei solche Wägungen, wenn wir unter m dieselbe Masse wie oben verstehen, und m'_u resp. m'_o den obigen Werthen m_u resp. m_o entsprechen:

$$mg_o = m'_u g_u,$$
$$mg_u = m'_o g_o.$$

Daraus folgt:

$$\delta'_m = m'_o - m'_u = m\,\frac{g_u^2 - g_o^2}{g_u g_o}.$$

Setzen wir nun wieder

$$g_u = g_o + \gamma,$$

so wird:

$$\delta'_m = \frac{2\gamma}{g_o}\,m.$$

Also

$$\gamma = \frac{\delta'_m\, g_o}{2m}.$$

Führen wir diesen Werth in den Ausdruck für δ_m ein, so ergiebt sich:

$$\delta_m = \frac{2m}{g_0}\left(2k - \frac{\delta'_m g_0}{2m}\right)$$
$$= \frac{4mk}{g_0} - \delta'_m .$$

Demnach ist

$$k = \frac{g_0}{4m}(\delta_m + \delta'_m) .$$

Wir erhalten also k aus den zu messenden Grössen g_0, m, δ_m und δ'_m, wobei für die Beurtheilung der Genauigkeit darauf hingewiesen werde, dass δ_m und δ'_m beide positiv sind.

Ist nun V das Potential des Bleiklotzes, G die Gravitationsconstante, z die verticale Coordinate, so ist

$$k = G\frac{\partial V}{\partial z} .$$

Der Differentialquotient $\frac{\partial V}{\partial z}$ lässt sich aus den bekannten Dimensionen des Parallelepipeds und dem Orte der Schalen berechnen; unsere Beobachtungen ergeben also die Gravitationsconstante G und damit auch die mittlere Dichtigkeit der Erde.

Es sind von uns bereits die einleitenden Schritte zur experimentellen Ausführung dieser Methode geschehen. Wir gedenken eine Bleimasse zur Anwendung zu bringen, welche etwa die doppelte Attraction der von Hrn. von Jolly benutzten Kugel ausübt; die Bestimmung der Grösse k könnte also von uns unter sonst gleichen Umständen bereits mit der achtfachen Sicherheit ausgeführt werden. Überdies sind wir bei dem bedeutend kleineren Abstand der oberen von den unteren Waagschalen ($1\frac{1}{2}$ bis 2^m) in der Lage, die Vertauschung der Gewichtsstücke innerhalb eines geschlossenen Kastens durch eine automatische Vorrichtung auszuführen, wodurch Temperaturunterschiede und Luftströmungen fast völlig vermieden werden. Wir können also mit Gewissheit eine erheblich grössere Genauigkeit unserer Bestimmung erwarten.



Beiträge zur Kenntniss der Coniin-Gruppe.

Von A. W. Hofmann.

(Erster Theil. Vorgetragen am 10. Januar [s. oben S. 3].)

Spaltungsproducte des Conydrins.

Als ich vor etwa drei Jahren der Akademie eine Reihe von Versuchen über das Coniin mittheilte[1], aus denen hervorging, dass diese Base nicht, wie man bisher allgemein angenommen hatte, durch die Formel

$$C_8H_{15}N,$$

sondern durch den Ausdruck

$$C_8H_{17}N$$

dargestellt werde, welcher die Homologie des Coniins mit dem Piperidin enthüllte, bemerkte ich bereits, dass nunmehr, im Hinblick auf dieses Ergebniss, auch das Conydrin eine neue Untersuchung erheische.

Bekanntlich hat Wertheim[2] in der Schierlingpflanze neben dem Coniin eine krystallisirte, sauerstoffhaltige, flüchtige Base entdeckt, für welche er die Formel

$$C_8H_{17}NO$$

aufgestellt hat, ein Ausdruck, welcher diesen Körper als eine Art Hydrat des Coniins (mit 15 Atomen Wasserstoff im Mol. gedacht) erscheinen liess, daher denn auch der für denselben gewählte Name Conydrin.

In der That hat auch Wertheim im Sinne dieser Auffassung das Verhalten des Conydrins unter dem Einflusse wasserentziehender Mittel studirt. Er liess nämlich Phosphorsäureanhydrid bei 100° in einer Wasserstoffatmosphäre auf dasselbe einwirken und erhielt in dieser Reaction eine Base, welche er durch das Studium der physikalischen und physiologischen Eigenschaften sowohl, als durch die Analyse des salzsauren Salzes mit dem direct aus der Schierlingpflanze dargestellten Coniin identificirt zu haben glaubte.

[1] Hofmann, Monatsberichte 1881, 363.
[2] Wertheim, Lieb. Ann. C. 328.

Angesichts des für das letztere, wie ich überzeugt bin, unzweifelhaft festgestellten höheren Wasserstoffgehaltes[1] nahm nun, wie auch bereits in einer Note zu der citirten Abhandlung[2] angedeutet wurde, die hier zu lösende Frage folgende Form an:

Entweder die von Wertheim für das Conydrin angenommene Formel ist nicht die richtige, und dieser Körper enthält, ebenso wie das Coniin, 2 Atome Wasserstoff mehr, als man bisher angenommen hatte, so dass also die von Wertheim beobachtete Reaction nach der Gleichung

$$C_8H_{19}NO = C_8H_{17}N + H_2O$$

verlaufen wäre.

Oder aber die bisher angenommene Formel des Conydrins hätte ihre Richtigkeit, und die durch Phosphorsäureanhydrid gebildete Base wäre verschieden von dem direct aus dem Schierling erhaltenen Coniin und besässe wirklich die Zusammensetzung, welche man demselben so lange zugeschrieben hat; die Reaction wäre dann gerade, wie es Wertheim angenommen hat, verlaufen, nämlich nach der Gleichung

$$C_8H_{17}NO = C_8H_{15}N + H_2O.$$

Oder endlich die Conydrinformel wäre richtig und gleichwohl das in der Reaction gebildete Coniin das gewöhnliche mit 17 Atomen

---

[1] Ich bin im Laufe dieser neuen Untersuchungen noch mehrfach auf die Analyse des Coniins zurückgekommen. Stets wurden Zahlen erhalten, welche unzweideutig für den höheren Wasserstoffgehalt sprechen.

Coniin.

Theorie						Versuch
C_8	96	76.80	C_8	96	75.59	76.16
H_{15}	15	12.00	H_{17}	17	13.38	13.74
N	14	11.20	N	14	11.03	—
	125	100.00		127	100.00	

Salzsaures Coniin.

Theorie						Versuch			
C_8	96	59.44	C_8	96	58.72	58.37	59.18	58.94	—
H_{16}	16	9.90	H_{18}	18	11.01	10.80	11.12	11.03	—
N	14	8.68	N	14	8.57	—	—	—	—
Cl	35.5	21.98	Cl	35.5	21.70	—	—	—	21.68
	161.5			163.5	100.00				

Bromwasserstoffsaures Coniin.

Theorie						Versuch
C_8	96	46.60	C_8	96	46.15	46.57
H_{16}	16	7.76	H_{18}	18	8.65	8.61
N	14	6.80	N	14	6.74	—
Br	80	38.82	Br	80	38.46	—
	206	100.00		208	100.00	

[2] Hofmann, Monatsberichte 1881, 371.

Wasserstoff: dieses würde dann nur in verwickelter Reaction unter gleichzeitiger Bildung anderweitiger Producte haben entstehen können.

Ich würde nicht in der Lage gewesen sein, die Lösung dieser Frage auch nur zu versuchen, wenn ich nicht durch die Güte des Hrn. WILH. MERCK in Darmstadt im Laufe der letzten Jahre wiederholt mit reichlichen Mengen von Conydrin ausgestattet worden wäre, für die ich ihm meinen besten Dank ausspreche. Das in dem Laboratorium der MERCK'schen Fabrik als Nebenproduct bei der Darstellung des Coniins gewonnene Conydrin hatte alle Charaktere eines chemisch reinen Körpers und konnte alsbald für die Zwecke des Versuches Verwendung finden. Der sorgfältigen Beschreibung, welche WERTHEIM von den Eigenschaften des Conydrins gegeben hat, habe ich nur noch hinzuzufügen, dass diese Base ein gut krystallisirtes, aber zerfliessliches, salzsaures Salz bildet und dass sie, mit Benzoylchlorid behandelt, ein aus Alkohol krystallisirbares Benzoylderivat liefert, welches bei 132° schmilzt. Der Schmelzpunkt des MERCK'schen Conydrins wurde bei 120° beobachtet; der Siedepunkt liegt bei 226°. WERTHEIM[1] giebt den ersteren zu 120.6°, letzteren zu 224.45° unter einem Druck von 0.719^{m}.

WERTHEIM hat die Zusammensetzung des Conydrins durch die Analyse des Platindoppelsalzes festgestellt. Im Folgenden sind die Ergebnisse seiner Analyse mit den Werthen der beiden Formeln, welche hier in Betracht kommen, verglichen:

	$C_8H_{17}NO$	$C_8H_{19}NO$	Versuch (Mittel)
Kohlenstoff....	27.50	27.35	27.57
Wasserstoff ...	5.15	5.69	5.31
Stickstoff	4.01	3.99	4.55
Platin	28.22	28.06	28.05.

Es lässt sich nicht verkennen, dass das Ergebniss der Analyse, zumal der ermittelte Wasserstoffgehalt, besser mit der von WERTHEIM gewählten Formel als mit derjenigen übereinstimmt, welche man im Hinblick auf die neue Coniinformel geneigt sein könnte, für das Conydrin anzunehmen.

Ungleich entscheidendere Ergebnisse aber mussten bei der Analyse des Conydrins selber, welche bisher nicht ausgeführt worden war, gewonnen werden. Für diese Analyse war das aus der MERCK'schen Fabrik stammende Product zuvor noch aus Wasser umkrystallisirt worden. Die Zahlen, welche man erhielt, bestätigen in unzweideutiger Weise die WERTHEIM'sche Formel, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

[1] WERTHEIM, Wiener Akad. Ber. XLVII. 299.

	$C_8H_{17}NO$	$C_8H_{19}NO$	Versuch I.	II.	III.
Kohlenstoff	67.13	66.20	66.71	66.72	66.47
Wasserstoff	11.88	13.10.	11.88	11.89	11.92.

Es sind zumal die Wasserstoffbestimmungen, welche hier als entscheidend gelten müssen. Die Formel

$$C_8H_{17}NO$$

erscheint demnach als endgültig festgestellter Ausdruck für die Zusammensetzung des Conydrins. Hiermit hat allerdings der Name *Conydrin* seine Bedeutung verloren; man könnte den Körper *Conoxin* oder *Oxyconiin* nennen; ich will aber den gebräuchlichen Namen bis auf Weiteres beibehalten. Wenn man die Coniingruppe vollständiger erforscht haben wird, als es bisher gelungen, wird man sich wohl ohnedies zu einer Umgestaltung ihrer Nomenclatur bequemen müssen.

Es blieb nunmehr noch übrig, den Wertheim'schen Versuch der Entwässerung des Conydrins zu wiederholen. Derselbe wurde zunächst genau nach dem von ihm angegebenen Verfahren mittelst Phosphorsäureanhydrid ausgeführt. Die Spaltung lässt sich indessen bequemer durch Behandlung mit concentrirter Salzsäure bewerkstelligen. Es entsteht auf diese Weise in der That ein flüchtiges Öl von stark basischen Eigenschaften, welches täuschend den Geruch des Coniins besitzt. Bei näherer Untersuchung zeigt es sich jedoch, dass dieses Öl weit davon entfernt ist, ein einheitlicher Körper zu sein.

Diese Untersuchung, deren Einzelheiten auf den folgenden Blättern verzeichnet sind, lehrt, dass es zum wenigsten zwei, vielleicht sogar drei, von einander verschiedene, coniinartige Basen enthält, welche durch die Formel

$$C_8H_{15}N$$

dargestellt werden, also die Zusammensetzung besitzen, welche früher dem Coniin zugeschrieben wurde. Die Umbildung des Conydrins erfolgt also ganz im Sinne der Wertheim'schen Auffassung nach der bereits oben gegebenen Gleichung

$$C_8H_{17}NO = C_8H_{15}N + H_2O,$$

nur mit dem Unterschiede, dass das basische Product kein Coniin ist, wie Wertheim, durch die damals ganz allgemein als festgestellt betrachtete Formel des Coniins sowie durch die täuschende Ähnlichkeit mit der flüssigen Schierlingbase verleitet, angenommen hatte, sondern im Wesentlichen aus zwei wasserstoffärmeren Basen besteht, welche mit einander isomer sind. Ich schlage für diese Basen die Bezeich-

nung Coniceïne vor, welche sich an den in Frankreich üblichen Namen der Schierlingbase (*Conicine*) anschliesst, und unterscheide die beiden Modificationen als α- und β-Coniceïn.

Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf das Conydrin.

Die Spaltung des Conydrins mit Salzsäure nimmt etwa vier Stunden lang eine Temperatur von 220° in Anspruch. Geeignete Verhältnisse sind 4 Th. rauchende Salzsäure auf 1 Th. Conydrin. Ein Rohr kann mit beiläufig 20g der Lösung beschickt werden. Durch Übersättigung der salzsauren Flüssigkeit mit einem Alkali wurden die Basen in Freiheit gesetzt und konnten als ölige Schicht abgehoben werden. Bei der Destillation dieser Flüssigkeit blieb aber stets eine kleine Menge salzsaurer Salze zurück, welche in dem Öl aufgelöst war. Man fand es daher zweckmässiger, die Basen zunächst mit Wasserdampf überzutreiben. Sie schwammen als farblos-durchsichtige Schicht von starkem Coniingeruch auf dem Wasser. Ein gegen Ende der Destillation mit Wasserdampf im Halse der Retorte sich ausbreitendes leichtes Krystallnetz zeigte, dass bei der Digestion mit Salzsäure meist ein wenig Conydrin unverändert bleibt. Etwas Conydrin wurde auch noch beobachtet, als die Basen im Scheidetrichter von dem Wasser getrennt und nach der Entwässerung mit Kalihydrat destillirt wurden. Die Flüssigkeit begann bei 150° zu sieden, bei Weitem der grössere Theil ging zwischen 155° und 175° über, der Siedepunkt stieg dann schnell auf 226°, die Siedetemperatur des Conydrins. Kleine Mengen siedeten schliesslich bei noch viel höherer Temperatur.

Beim Sättigen der Hauptfraction (155°—175°) mit Salzsäure liessen sich alsbald zwei krystallisirbare Salze, ein zerfliessliches und ein nicht zerfliessliches, unterscheiden; man erkannte aber auch gleichzeitig, dass sich auf die geringe Verschiedenheit der Löslichkeit beider hin eine Trennung nicht werde bewerkstelligen lassen.

α-Coniceïn. Diese Trennung gelang aber, als man das Basengemenge in Pikrate verwandelte. Es entstand ein weicher Krystallbrei, welcher sich bei der Behandlung mit Alkohol in ein schwer lösliches und in ein leicht lösliches Salz scheiden liess.[1] Das in kaltem Alkohol schwer lösliche, in Wasser nahezu unlösliche Salz lässt sich

[1] Bei dieser Gelegenheit ist auch das Verhalten des Coniins zur Pikrinsäure geprüft worden. Das pikrinsaure Coniin fällt beim Vermischen der Bestandtheile als Öl, welches nicht krystallisirt erhalten werden konnte. In Alkohol ist die Verbindung leicht löslich.

aus heissem Alkohol umkrystallisiren. Aus letzterem setzt es sich beim Erkalten in Form gelber Nadeln ab, welche bei 225° unter Zersetzung schmelzen. Nach mehrfachem Umkrystallisiren ändert sich dieser Schmelzpunkt nicht mehr.

Statt der Pikrinsäure kann man sich auch mit Vortheil des Quecksilberchlorids zur Trennung des Gemisches bedienen. Versetzt man die salzsauren Salze mit einem Überschusse von Quecksilberchlorid, so entsteht eine reichliche krystallinische Fällung. Beim Kochen mit Wasser löst sich ein grosser Theil derselben auf; ein sehr erheblicher Theil bleibt ungelöst. Das schwerlösliche Salz enthält dieselbe Base, welche in dem krystallisirten Pikrate vorhanden ist.

Die Entstehungsweise der in diesem Pikrate und dem schwer löslichen Quecksilbersalze vorhandenen Base deutete mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Formel

$$C_8H_{15}N,$$

welche auch in der Analyse des Pikrates alsbald eine Bestätigung fand. Der Formel

$$C_8H_{15}N \,.\, C_6H_3N_3O_7 = C_{14}H_{18}N_4O_7$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch	
C_{14}	168	47.45	47.03	
H_{18}	18	5.09	5.06	—
N_4	56	15.82	—	15.75
O_7	112	31.64	—	—
	354	100.00		

Für die Analyse war das Salz bei 100° getrocknet worden.

Die in dem Pikrate enthaltene Base will ich in weiterer Ausführung des bereits oben gemachten Vorschlags mit dem Namen α-Coniceïn bezeichnen.

Das α-Coniceïn lässt sich aus dem Pikrat mittelst Natronhydrat in Freiheit setzen. Man kann die Base mit Wasserdampf übertreiben: vorzuziehen ist es jedoch, dieselbe mit Äther auszuziehen, da die dieser Gruppe angehörigen Basen beim Kochen mit alkalischer Pikrinsäure-Lösung leicht eine Veränderung erleiden können. War die Base als Quecksilberverbindung gefällt worden, so hat man es nach Entfernung des Quecksilbers durch Schwefelwasserstoff mit einem Chlorhydrate zu thun, welches ohne Weiteres mit Alkali zersetzt werden kann.

Die mittelst Kalihydrat und schliesslich mit Ätzbaryt entwässerte Base siedete bei 155—156°. Bei der Analyse wurden Zahlen erhalten, welche unzweifelhaft auf die Zusammensetzung der in dem Pikrat angenommenen Base hindeuteten, aber auch zeigten, dass sich auf

dem angegebenen Wege die Base nicht wasserfrei erhalten lässt. Es wurden Werthe gefunden, welche ungefähr eine Base mit 2 Procent Wasser andeuten.[1]

Erst nach fünfstündigem Sieden über Ätzbaryt und schliesslich über Natrium liessen sich die letzten Spuren Wasser, doch immer nur mit Schwierigkeit, entfernen. Der Siedepunkt stieg hierbei noch um ein Weniges, nämlich auf 158°. Bei der Analyse wurden nunmehr Zahlen erhalten, welche der Formel $C_8H_{15}N$ entsprechen.

	Theorie		Versuch	
C_8	96	76.80	76.92	—
H_{15}	15	12.00	12.03	—
N	14	11.20	—	11.65
	125	100.00.		

Das α-Coniceïn ist eine farblose, in Wasser schwer lösliche Flüssigkeit, welche sich an der Luft nicht verändert; Monate lang aufbewahrt, ist die Base vollkommen farblos geblieben. Im wasserfreien Zustande übt die Base auf Pflanzenfarben keine Wirkung: die wässerige Lösung reagirt stark alkalisch. Der Geruch ist von dem des Coniins nicht zu unterscheiden.

Auch in seinen physiologischen Eigenschaften gleicht das α-Coniceïn dem Coniin. Schon Wertheim[2] hatte gefunden, dass das durch Entwässerung des Conydrins entstehende Product, welches er für Coniin hielt, auf den thierischen Organismus ähnlich wirke, wie das Coniin. Hr. Prof. Hugo Kronecker hat die Güte gehabt, mit dem reinen α-Coniceïn einige Versuche anzustellen, auf welche ich weiter unten zurückkommen werde. Nach seinen Beobachtungen wirkt das α-Coniceïn schon bei weit geringeren Dosen als das Coniin tödtlich.

In einer Mischung von Äther und fester Kohlensäure, welche die Temperatur — 35° zeigte, waren 10—15g α-Coniceïn krystallinisch erstarrt: beim Steigen der Temperatur hatten sich die letzten Krystalle bei — 16° wieder verflüssigt. Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt des Coniins, welches bei derselben Gelegenheit geprüft wurde, scheinen bei — 25° zu liegen. Diese Zahlen sind aber nur Annäherungswerthe.

Das Volumgewicht der flüssigen Base ist 0.893 bei 15°. Im Anilindampf bestimmt ergab sich das Gasvolumgewicht zu 62 auf

[1]

	$C_8H_{15}N$ mit 2 Procent Wasser	Versuche				Mittel
Kohlenstoff	75.0	74.49	74.99	75.02	75.56	75.26
Wasserstoff	12	11.97	11.98	12.01	12.04	11.98

[2] Wertheim. Lieb. Ann. C. 337.

Wasserstoff oder zu 4.29 auf Luft bezogen. Die Theorie verlangt $\frac{125}{2} = 62.5$ auf Wasserstoff oder 4.31 auf Luft bezogen.

Es schien erwünscht, die Zusammensetzung des α-Coniceïns durch die Analyse einiger Salze zu bestätigen.

Das *salzsaure Salz* krystallisirt in regelmässigen sechsseitigen Tafeln, welche aber mit Begierde Wasser aus der Luft anziehen und zerfliessen. Es ist daher zur Analyse nur wenig geeignet.

Auch das *Platinsalz* ist leicht löslich, scheidet sich aber aus concentrirter Flüssigkeit beim Erkalten in grossen, gelben rhombischen Säulen aus. Die Analyse des bei 100° getrockneten Salzes ergab 29.74 Procent Platin; die Formel

$$2\,(C_8H_{15}N.HCl)\,PtCl_4$$

verlangt 29.75 Procent.

Das *Goldsalz* bildet schwer lösliche gelbe Nadeln, welche sich bei 100° allmählich zersetzen und daher *in vacuo* getrocknet werden müssen. Der Formel

$$C_8H_{15}N.\,HCl.\,AuCl_3$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch		
C_8	96	20.65	20.53	—	—
H_{16}	16	3.44	3.49	—	—
N	14	3.01	—	—	—
Au	197	42.36		42.27	42.51
Cl_4	142	30.54	—		
	465	100.00			

Auch mit Zinnchlorid bildet das α-Coniceïn eine krystallinische Verbindung, welche aber sehr löslich ist.

Bei der Behandlung mit Brom und Alkali entsteht eine schwer lösliche krystallinische Verbindung, die nicht weiter untersucht worden ist.

Das α-Coniceïn ist eine tertiäre Base. Mit Jodmethyl zusammengebracht erwärmt sie sich, und beim Erkalten entstehen Krystalle, welche äusserst löslich in Wasser und in Alkohol sind. Aus absolutem Alkohol, dem man etwas wasserfreien Äther zugemischt hat, lassen sie sich umkrystallisiren. Man erkannte unschwer, dass das Jodid einer Ammoniumbase

$$C_8H_{15}N.\,CH_3I$$

vorlag. Diese Formel verlangt 47.56 Procent Jod; gefunden wurden nach der Carius'schen Methode 47.28 Procent. Durch Kochen mit Silberchlorid wurde aus dem Jodide das entsprechende Chlorid gewonnen,

und aus diesem das Platinsalz als hellgelbes, ziemlich schwer lösliches Pulver erhalten. Die Analyse gab 28.48 Procent Platin; der Formel

$$2(C_8H_{15}N.CH_3Cl)PtCl_4$$

entsprechen 28.55 Procent.

Mit Silberoxyd behandelt lieferte das Jodid das stark alkalische Hydroxyd, welches alle Charaktere einer freien Ammoniumbase zeigte. Bei der Destillation wurden mehrere flüchtige Basen erhalten. Die Reaction scheint ähnlich zu verlaufen, wie ich es bei den dimethylirten Abkömmlingen des Piperidins[1] und Coniins[2] beobachtet habe. Die Operation wurde aber nicht in hinreichendem Maassstabe ausgeführt, um den Process ins Einzelne verfolgen zu können. Nur so viel wurde festgestellt, dass sich unter den bei der Destillation gebildeten Basen auch wieder α-Coniceïn befindet, welches an der Bildung des charakteristischen Pikrates ohne Mühe erkannt wurde.

Das α-Coniceïn lässt sich aus dem Conydrin noch auf einem anderen Wege gewinnen. Weiter unten wird des Jodhydrats einer jodhaltigen Base,

$$C_8H_{16}IN . HI,$$

gedacht werden, welche sich bei der Einwirkung concentrirter Jodwasserstoffsäure auf Conydrin bildet. Erhitzt man dieses Jodhydrat mit Natronlauge zum Sieden, so geht mit den Wasserdämpfen α-Coniceïn über.

$$C_8H_{16}IN . HI + 2NaHO = C_8H_{15}N + 2H_2O + 2NaI.$$

Die so gebildete Base wurde mit der bei der Einwirkung der Salzsäure entstehenden durch Darstellung des schwerlöslichen Pikrats vom Schmelzpunkte 225° identificirt.

Umwandlung des Coniins in α-Coniceïn.

Das α-Coniceïn kann auch aus dem Coniin gewonnen werden. Mischt man 1 Mol. salzsaures Coniin und 1 Mol. Brom, so entsteht auf Zusatz von Alkali ein Bromderivat, welches 1 At. Brom in der Imidgruppe enthält,

$$C_8H_{16}NH + BrBr + NaOH = C_8H_{16}NBr + NaBr + H_2O.$$

Durch geeignete Behandlung mit Schwefelsäure verwandelt sich dieses Bromderivat in Bromwasserstoffsäure und α-Coniceïn.

$$C_8H_{16}NBr = HBr + C_8H_{15}N.$$

Ich komme auf diese Umbildung weiter unten ausführlicher zurück.

---

[1] HOFMANN, Monatsberichte 1881, 288.

[2] HOFMANN, a. a. O., 363.

Rückbildung des Coniins aus α-Coniceïn.

Angesichts der eben erwähnten Bildungsweise des α-Coniceïns lag der Gedanke nahe, letzteres wieder in Coniin zurückzuverwandeln. Das zum Versuch verwendete α-Coniceïn war aus Conydrin gewonnen. In Berührung mit Wasser und Natriumamalgam wurde keine Wasserstoffaddition beobachtet. Als aber α-Coniceïn mit einem grossen Überschusse von concentrirter Jodwasserstoffsäure (Vol. Gew. 1.96) und etwas gewöhnlichem Phosphor vier bis fünf Stunden lang im Einschlussrohr bei 200° digerirt wurde, liess sich die Umwandlung in Coniin mit Sicherheit constatiren, obwohl sich stets nur kleine Mengen bilden. Aus dem Jodide wurden die Basen mit Alkali in Freiheit gesetzt, in Äther aufgenommen und der ätherischen Lösung mit Salzsäure entzogen. Beim Eindampfen der Chloride wurden zerfliessliche Krystalle von salzsaurem α-Coniceïn erhalten, welche nicht zerfliessliche Nadeln von salzsaurem Coniin umgaben. Durch Zusatz einiger Tropfen absoluten Alkohols konnten sie isolirt werden. Indem man die Mutterlauge von Neuem mit Jodwasserstoffsäure und Phosphor behandelte und diesen Process noch zwei- bis dreimal wiederholte, gelang es schliesslich, eine hinreichende Menge ganz reinen, luftbeständigen salzsauren Coniins zu erhalten, welches der Analyse unterworfen werden konnte.

	α-Coniceïnchlorhydrat $C_8H_{15}N.HCl$	Coniinchlorhydrat $C_8H_{17}N.HCl$	Versuch
Kohlenstoff	59.44	58.71	58.77
Wasserstoff	9.90	11.00	11.04.

Reduction des Coniins zu Octan.

Bei einigen der Digestionen des α-Coniceïns mit Jodwasserstoffsäure und Phosphor, bei welchen die Temperatur eine besonders hohe gewesen war, hatte sich auf dem Digestionsproducte eine dünne Ölschicht angesammelt. Man durfte in diesen Fällen wohl annehmen, dass die Reduction über das Coniin hinausgegangen sei und die Bildung von Octan veranlasst habe. Um in dieser Beziehung klar zu sehen, wurde Coniin selbst mit concentrirter Jodwasserstoffsäure 8—10 Stunden lang auf eine Temperatur von nahezu 300° erhitzt. In der That schwamm nunmehr auf der dunkelgefärbten Jodwasserstoffsäure in der erkalteten Röhre eine hohe Schicht vollkommen farblosen Octans, während sich in der sauren Lösung eine reichliche Menge von Ammoniak, aber kein Coniin mehr nachweisen liess.

Die Reaction scheint fast quantitativ vor sich zu gehen:

$$C_8H_{17}N + 2HI = C_8H_{18} + H_3N.$$

Das Octan braucht man nur abzuheben und über Natrium zu destilliren, um es alsbald rein zu erhalten. Es riecht täuschend ähnlich wie Petroleum. Der Siedepunkt liegt bei 118—120°. Prüfung mit Brom ergab, dass es kein Octen enthielt.

Der Formel

$$C_8H_{18}$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie.			
C_8	96	84.21	83.51	83.99
H_{18}	18	15.79	15.57	15.42
	114	100.00	99.08	99.41

Das Gasvolumgewicht, im Wasserdampf genommen, wurde zu 57.51 auf Wasserstoff und zu 3.97 auf Luft bezogen gefunden. Die Theorie verlangt $\frac{114}{2} = 57$ auf Wasserstoff und 3.94 auf Luft bezogen. Im flüssigen Zustande hat das Octan bei 11° das Volumgewicht 0.712.

Ist der bei der Reduction des Coniins auftretende Kohlenwasserstoff das normale Octan? Angesichts der abweichenden Angaben über den Siedepunkt dieses Octans lässt sich diese Frage kaum mit voller Sicherheit beantworten. Pelouze und Cahours[1] gaben für das aus dem Petroleum isolirte Octan den Siedepunkt 115—118°, Schorlemmer,[2] fand für das derselben Quelle entstammende 119—125°, für das aus Wigan Cannel[3] gewonnene 119—120°, Greville Williams[4] endlich für das aus Boghead Cannel dargestellte 116—121°. Das Mittel dieser Siedepunktangaben (119°) weicht von dem Siedepunkt des aus Coniin durch Reduction erzielten Octans kaum ab. Anders verhalten sich die Angaben über den Siedepunkt des synthetisch dargestellten Octans, denen man doch geneigt ist, grösseres Vertrauen zu schenken. Synthetisch ist das Octan von Zincke[5] aus dem normalen Octyljodid durch Behandlung mit Natriumamalgam, von Schorlemmer[6] aus dem nämlichen Jodid (aus Petroleum durch Umwandlung in Chlorid und Alkohol bereitet) mit Zink und Salzsäure, von demselben Forscher[7] endlich aus normalem Butyljodid (aus Buttersäure stammend) durch Einwirkung von Natrium gewonnen worden. Das so erhaltene Octan zeigte beziehungsweise die Siedepunkte 124—125°, 124°, 123—125°. Es bleibt hier im günstigsten Falle immer noch eine Differenz von 4°, welche nicht ohne Weiteres

[1] Pelouze und Cahours, Ann. de Chim. et de Phys. [4] I. 5.
[2] Schorlemmer, Lieb. Ann. CLII. 153.
[3] Derselbe, Chem. Soc. J. XV. 425.
[4] Greville Williams, Phil. Trans. 1857. 455.
[5] Zincke, Lieb. Ann. CLII. 15.
[6] Schorlemmer, Lieb. Ann. CLII. 155.
[7] Derselbe, Lieb. Ann. CLXI. 280.

vernachlässigt werden kann, und da die Theorie nicht weniger als 18 verschiedene Octane in Aussicht stellt, so würde es voreilig sein, diese Frage im Augenblick entscheiden zu wollen.

Zwischen dem Coniin und dem Octan lässt sich als Zwischenproduct noch ein primäres Amin, ein Octylamin, annehmen.

$$C_8H_{16}NH \quad C_8H_{17}NH_2 \quad C_8H_{18}$$

Man durfte wohl vermuthen, dass sich unter glücklich gewählten Verhältnissen die Reduction des Coniins auf halbem Wege würde aufhalten lassen. Es ist dies aber nur sehr unvollständig gelungen, und es bedurfte eines umständlichen Verfahrens, um die Anwesenheit eines primären Amins unter den Reductionsproducten festzustellen.

Wird das Coniin mit concentrirter Jodwasserstoffsäure und Phosphor acht Stunden lang einer Temperatur von etwa 280° ausgesetzt, so ist die Base nicht vollständig in Octan übergegangen, und neben viel unangegriffenem Coniin ist in der Jodwasserstoffsäure eine sehr kleine Menge einer Base enthalten, welche sich als ein Octylamin erweisen dürfte. Ihre Gegenwart gab sich zu erkennen, als man nach Entfernung des Octans die saure Lösung mit Alkali neutralisirte und die mit Wasserdampf übergetriebenen Basen in Chlorhydrate verwandelte. Indem man das trockene Gemisch der salzsauren Salze mit Aether-Alkohol übergoss, löste sich das gesuchte Salz, während das Chlorhydrat des Coniins mit dem von der Octanbildung herrührenden Salmiak zurückblieb. Durch Verdampfen der Lösung und wiederholte Behandlung mit Äther-Alkohol, erhielt man endlich einen Rückstand, welcher mit Platinchlorid ein schmutzig gelbes, schwer lösliches Platinsalz lieferte. Aus diesem wurde durch Schwefelwasserstoff eine kleine, zur Analyse leider nicht ausreichende Menge salzsauren Salzes gewonnen. Dass aber die in dem Chlorhydrat enthaltene Base eine primäre war, liess sich leicht mittelst der Chloroformreaction erkennen. Es bedarf weiterer Versuche, um diese primäre Base als Octylamin zu charakterisiren.

Reductionsversuche mit Tropidin, Collidin und Pyridin.

Im Anhang an das hier Mitgetheilte sei mir gestattet, noch kurz einige fragmentarische Beobachtungen zu erwähnen, welche gelegentlich der Reductionsversuche mit dem Coniin gemacht wurden. α-Coniceïn zeigt in seinen physikalischen Eigenschaften eine grosse Ähnlichkeit mit dem von Ladenburg[1] entdeckten Tropidin. Letzteres ist eine

[1] Ladenburg, Ber. chem. Ges. XII, 945.

tertiäre Base wie das α-Coniceïn und zeichnet sich zumal auch durch Bildung eines äusserst schwer löslichen, gut krystallisirenden Pikrats aus. Auch die Siedepunkte beider Basen liegen nur um wenige Grade auseinander. Allerdings enthält das Tropidin 2 At. Wasserstoff weniger als das α-Coniceïn, indessen konnte bei Einwirkung einer alkalischen Bromlösung auf Coniin und subsequenter Behandlung des gebildeten Bromderivats mit Säuren statt der Base $C_8H_{15}N$ wohl auch ein Amin von der Formel $C_8H_{13}N$ entstehen. Zu einer Zeit, in welcher die Identität der aus dem Coniin und Conydrin gewonnenen Basen noch nicht endgültig festgestellt war, schien es immerhin wünschenswerth, das pikratgebende Coniinderivat mit dem Tropidin zu vergleichen. Hr. Prof. Kraut und Hr. Dr. Merling hatten die Güte, mir kleine Proben von Tropin und Tropidin zu senden, wofür ich denselben zu bestem Danke verpflichtet bin. Bei der Vergleichung des Tropidins mit dem α-Coniceïn zeigten sich aber bemerkenswerthe Verschiedenheiten, namentlich wurde bei der Einwirkung von Jodwasserstoffsäure und Phosphor statt des bei 120° siedenden Octans ein anderer, bei 95° siedender Kohlenwasserstoff erhalten. Auch liess sich in der sauren Flüssigkeit kein Coniin nachweisen. Dagegen war eine Base vorhanden, welche ein schönes, in feinen Nadeln krystallisirendes Platinsalz bildete. Eine Platinbestimmung in diesem Salze gab 30.97 Procent Platin, ein Platingehalt, welcher einem Homologon des Tropidins in der Siebenkohlenstoffreihe (31.26 Procent Platin) entsprechen würde. Wird diese Annahme durch weitere Versuche bestätigt, so darf man wohl den gleichzeitig auftretenden Kohlenwasserstoff als eins der Septane ansprechen, deren Siedepunkte zwischen 90 und 100° angegeben werden. Die Abspaltung von einer Methylgruppe hat eine gewisse Wahrscheinlichkeit, da sowohl Kraut[1] wie Ladenburg[2] unter den Zersetzungsproducten des Tropins Methylamin nachgewiesen haben. Ich habe diese Versuche nicht weiter verfolgt, weil sie mich auf ein von Hrn. Ladenburg angebautes Gebiet geführt haben würden, immerhin zeigen sie mit Bestimmtheit, dass das α-Coniceïn von dem Tropidin völlig verschieden ist.

Ferner will ich noch bemerken, dass auch das Collidin, wie sich erwarten liess, von der Jodwasserstoffsäure reducirt wird. Es entsteht ein Kohlenwasserstoff, der sich, dem Siedepunkte nach (117°), noch etwas weiter von dem normalen Octan entfernt. Dem unverändert gebliebenen Collidin war noch eine zweite Base beigemischt, deren Natur bis jetzt nicht hat festgestellt werden können.

---

[1] Kraut, Lieb. Ann. CXXXIII, 91.
[2] Ladenburg, Ber. chem. Ges. XIV, 2126.

Schliesslich sind auch noch einige Reductionsversuche mit dem Pyridin angestellt worden. Diese Base wird von concentrirter Jodwasserstoffsäure bei Temperaturen über 300° lebhaft angegriffen. Auf der wässerigen Flüssigkeit in den Digestionsröhren schwamm ein farblos durchsichtiger Kohlenwasserstoff, welcher, mit dem Scheidetrichter abgehoben und über Natrium entwässert, sich durch den Siedepunkt von 35° als normales Quintan zu erkennen gab. Neben dem gebildeten Ammoniak liess sich noch etwas unzersetztes Pyridin nachweisen. Nach Piperidin wurde vergeblich mit der Schwefelkohlenstoffreaction geforscht, auch liess sich mittelst der Chloroformreaction eine primäre Base nicht nachweisen.

Ganz andere Ergebnisse aber werden erhalten, wenn man bei etwas niedrigerer Temperatur, etwa bei 280° arbeitete. In diesem Falle bildet sich nur eine sehr geringe Menge Kohlenwasserstoff, während reichliche Mengen von Piperidin entstehen. Man braucht die saure Lösung nur nahezu zu neutralisiren und mit Wasserdampf zu behandeln; alsdann geht das unveränderte Pyridin über. Mit Alkali übersättigt und von Neuem der Destillation unterworfen, liefert die Flüssigkeit nunmehr reines Piperidin, welches mit Schwefelkohlenstoff alsbald zu der schönen, von Cahours entdeckten, krystallinischen Verbindung erstarrt.

Die hier angedeutete Methode der Trennung beruht auf der leichten Zersetzbarkeit der Salze des Pyridins und seiner Homologen. Aus schwach saurer Lösung werden diese Basen durch Wasserdampf nahezu vollständig abgeschieden, während die Salze des Piperidins unter diesen Verhältnissen nicht zerlegt werden. Diese Methode hat bei den hier beschriebenen Versuchen vielfach vortreffliche Dienste geleistet.

Basen, welche bei der Zerlegung des Conydrins neben α-Conicein gebildet werden.

Im Vorhergehenden (vergl. S. 1211) ist erwähnt worden, dass die Spaltung des Conydrins mittelst Salzsäure ein Gemenge von Basen lieferte, aus welchem sich das α-Conicein in der Form eines schwerlöslichen Pikrats abscheiden liess. Wird die alkoholische Mutterlauge des Pikrats, aus welcher man das schwerlösliche Salz nach Möglichkeit entfernt hat, abgedampft und mit Wasser versetzt, so scheidet sich ein öliges Pikrat von braungelber Farbe ab, welches nicht mehr erstarrt. Durch Alkali werden die in dieser Verbindung vorhandenen Basen in Freiheit gesetzt. Es ist aus dem schon (vergl. S. 1212) oben

angegebenen Grunde nicht rathsam, sie mit Wasserdampf überzutreiben. Bei einem Versuche, sie auf diese Weise zu gewinnen, wurden sehr beträchtliche Verluste erlitten. Mit den überdestillirenden Basen gingen reichliche Mengen von Ammoniak über; die alkalische Flüssigkeit in der Retorte, auf welcher nicht unerhebliche Mengen eines braunen Harzes schwammen, lieferte bei der Übersättigung mit Schwefelsäure höhere Glieder der Fettsäurereihe, während sich gleichzeitig salpetrige Säure entwickelte.

Weit vortheihafter ist es, das mit einem Überschuss von Alkali zersetzte Pikrat mit Äther auszuschütteln.

Die bei der Verdunstung des Äthers zurückbleibenden und mit Kalihydrat entwässerten Basen stellen eine farblose Flüssigkeit von stark coniinartigem Geruch dar, welche zwischen 165° und 170°, also erheblich höher als das α-Coniceïn (Siedepunkt 158—159°), siedet.

Die aus dem öligen Pikrate abgeschiedene basische Flüssigkeit ist, wie schon der steigende Siedepunkt andeutet, kein einheitlicher Körper. Dies erhellt auch unzweideutig bei der weiteren Untersuchung derselben. Denn, löst man die Flüssigkeit in Salzsäure, so wird beim Abdampfen eine weisse krystallinische Masse erhalten, welche aus luftbeständigen und zerfliesslichen Salzen besteht.

Der Untersuchung dieses Salzgemisches haben sich recht erhebliche Schwierigkeiten in den Weg gestellt, und ich bin weit entfernt, behaupten zu wollen, dass sie vollständig überwunden worden seien.

Der Hauptbestandtheil des in dem öligen Pikrate vorhandenen Basengemenges ist eine bei gewöhnlicher Temperatur starre Base, welche ich, da sie mit dem α-Coniceïn isomer ist, mit dem Namen β-Coniceïn bezeichnen will. Ihre Abscheidung im reinen Zustande wird durch die Gegenwart flüssiger Basen sehr erschwert. Diese flüssigen Basen bestehen zum Theil aus α-Coniceïn, welches sich mittelst der angeführten Methoden, der Natur der Sache nach, nicht vollständig entfernen lässt. Aber neben dem α-Coniceïn ist noch ein anderer flüssiger basischer Körper vorhanden. Möglich, dass dieses dritte Spaltungsproduct des Conydrins dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie das α- und β-Coniceïn. Neben dieser noch nicht hinreichend definirten Base scheinen auch noch kleine Mengen eines sauerstoffhaltigen basischen Körpers vorhanden zu sein.

β-Coniceïn. Die Abscheidung dieser Base aus dem gemischten Öle schien sich am leichtesten durch Überführung desselben in das Chlorhydrat bewerkstelligen zu lassen. Durch mehrfaches Umkrystallisiren, theilweise aus Wasser, theilweise aus Alkohol, liess sich in der That schnell ein vollkommen luftbeständiges Salz erhalten, welches einen einheitlichen Eindruck machte. Dieses Salz ist aus Gründen,

welche ein Blick auf die Versuchszahlen erkennen lässt, des Öfteren analysirt worden. Für die Analysen I—IV war das Salz aus Wasser, für die Analysen V—VII aus Alkohol umkrystallisirt worden Analyse VII wurde im Sauerstoffstrom ausgeführt. Die Salze, von verschiedener Darstellung, waren theilweise bei 100°, theilweise bei 120° getrocknet worden.

Bei diesen Versuchen wurden folgende Werthe[1] erhalten:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kohlenstoff	58.04	58.18	58.15	58.00	58.21	58.23	58.25
Wasserstoff	10.05	10.15	10.06	10.28	9.74	9.82	9.85

Diese Zahlen deuten unter Mitberücksichtigung der Bildungsweise der Basen aus dem Conydrin unzweideutig auf eine oder mehrere Basen von der Formel

$$C_8H_{15}N$$

hin, deren Chlorhydrat folgende Werthe verlangt:

C_8	96	59.44
H_{16}	16	9.90
N	14	8.68
Cl	35.5	21.98
	161.5	100.00

Allerdings lässt der constant auftretende Verlust von etwa 1 Procent Kohlenstoff bei diesen Analysen die Gegenwart einer fremden Substanz in dem Salze nicht verkennen. Man konnte einen Augenblick an Verunreinigung mit Salmiak denken, allein besonders angestellte Versuche schliessen die Anwesenheit jeder Spur von Ammoniak aus. Die Natur der fremden Beimischung, vielleicht einer sauerstoffhaltigen Base, muss vor der Hand dahingestellt bleiben.

Als die Lösung des analysirten Chlorhydrats mit Goldchlorid versetzt wurde, schied sich ein öliges Goldsalz aus, welches aber schnell zu tafelförmigen Krystallen erstarrte. Diese Krystalle schmelzen in heissem Wasser, in dem sie sich reichlich lösen. Wenn man die Lösungen verdünnt mit einander mischt, lässt sich das Goldsalz in gut ausgebildeten Krystallen erhalten.

---

[1] Ganz ähnliche Zahlen sind von Wertheim (Lieb. Ann. C, 336) bei der Analyse des Salzes erhalten worden, welches er durch Sättigen der bei der Einwirkung des Phosphorsäureanhydrids auf das Conydrin entstehenden Basen mit Salzsäure gewonnen und aus Alkohol umkrystallisirt hatte. Die Analyse ergab:

Kohlenstoff	58.86
Wasserstoff	10.05
Chlor	21.52

Aus diesen Zahlen leitete Wertheim ganz naturgemäss die damals für das Coniin geltende Formel $C_8H_{15}N$ ab.

Die Analyse, für welche das Salz *in vacuo* getrocknet wurde, führte zu der durch die Untersuchung des Chlorhydrats angedeuteten Formel

$$C_8H_{15}N . HCl . AuCl_3,$$

welche folgende Werthe fordert:

	Theorie		Versuch		
C_8	96	20.64	19.97	—	—
H_{16}	16	3.45	3.45	—	—
N	14	3.01	—	—	—
Au	197	42.36	—	42.39	42.47
Cl_4	142	30.54	—	—	—
	465	100.00			

Die Analyse auch des Goldsalzes zeigt einen Verlust an Kohlenstoff: man durfte gleichwohl hoffen, dass man aus diesem gut krystallisirten Salze die Base im Zustande der Reinheit gewinnen werde. Zu dem Ende wurde eine grössere Menge des Goldsalzes mit Schwefelwasserstoff zersetzt. Das beim Abdampfen der entgoldeten Lösung zurückbleibende, gut krystallisirte Salz wurde alsdann mit Alkali zersetzt, und die mit Wasserdampf übergetriebene Base zunächst mit Kalihydrat entwässert und schliesslich noch etwa drei Stunden bei 200° mit Natrium in Berührung gelassen. Die klare, stark nach Coniin riechende Flüssigkeit siedete nunmehr bei 167—169°. Einer Temperatur von — 5 bis — 10°, wie man sie durch rasches Verdampfen von Äther leicht hervorbringt, ausgesetzt, erstarrte diese Flüssigkeit zu einer aus weissen Nadeln bestehenden Krystallmasse, welche aber bei 20° schon wieder zerfloss. Die in der Kälte ausgeschiedenen Krystalle enthielten noch immer kleine Mengen einer flüssigen Materie, welche erst durch starkes Pressen bei möglichst niedriger Temperatur entfernt werden konnte. Die zurückbleibenden Krystalle zeigten nunmehr den Schmelzpunkt 41°, und dieser Schmelzpunkt änderte sich auch nicht mehr, als der ganze Vorrath geschmolzen und nach dem Erstarren von Neuem zwischen Fliesspapier gepresst wurde. Es ist diese starre, bei 41° schmelzende Base, welche ich mit dem Namen β-Coniceïn bezeichne.

Die beschriebenen Versuche zeigen, dass sowohl in dem analysirten Chlorhydrat als auch in dem daraus dargestellten Goldsalze dem krystallinischen β-Coniceïn noch eine basische Flüssigkeit beigesellt war, vielleicht von gleicher, jedenfalls von sehr ähnlicher Zusammensetzung. Dass dem so sei, ergab sich auch aus weiteren Versuchen. Als man das salzsaure Salz direct, ohne dass es in Goldsalz übergeführt worden wäre, mit Alkali behandelte und die frei gewordene und mit

Kalihydrat und Natrium getrocknete ölige Base einer Kältemischung aussetzte, schieden sich alsbald Krystalle der bei 41° schmelzenden starren Base ab, allein in verhältnissmässig geringer Menge, — aus 15^g des Gemenges wurde nicht mehr als 1.5^g reiner Krystalle erhalten, — ein Beweis, dass durch die Umwandlung des Chlorhydrats in Goldsalz eine erhebliche Anreicherung der starren Base stattgefunden hatte.

Über die Natur der neben der starren Base auftretenden flüssigen Base von wahrscheinlich gleicher Zusammensetzung kann ich im Augenblick nichts Bestimmteres mittheilen. Weiter unten wird eine dritte Base von der Zusammensetzung der Coniceïne beschrieben werden, welche aus dem Coniin entsteht, und der ich den Namen γ-Coniceïn gegeben habe. Ich habe es längere Zeit für wahrscheinlich gehalten, dass die neben der pikratbildenden und starren Base unter den Spaltungsproducten des Conydrins auftretende flüssige Base mit dem γ-Coniceïn identisch sei, bin aber später, wie weiter unten näher dargelegt werden soll, von dieser Ansicht wieder abgekommen.

Das β-Coniceïn lässt sich nicht nur durch die Einwirkung der Salzsäure auf das Conydrin gewinnen; es entsteht auch bei der Behandlung desselben mit Jodwasserstoffsäure. In letzter Reaction gebildete, sehr charakteristische und daher leicht fassbare Zwischenproducte werfen ein willkommenes Streiflicht auf die Natur der starren Base. Ich komme auf diesen Process weiter unten eingehend zurück. Hier soll nur noch bemerkt werden, dass für die zunächst zu beschreibenden weiteren Versuche das β-Coniceïn mit Hülfe theils der Salzsäure, theils der Jodwasserstoffsäure erhalten worden war.

Das β-Coniceïn, ob auf die eine, ob auf die andere Weise gewonnen, schiesst in nadelförmigen, den eigenthümlichen Geruch des Coniins besitzenden Krystallen an, welche in Wasser wenig, in Alkohol und Äther leicht löslich sind. Die wässerige Lösung besitzt eine stark alkalische Reaction.

Angesichts der nahen Beziehung, in welcher das β-Coniceïn zu dem Coniin, besonders aber zu dem α-Coniceïn steht, war die Erforschung seiner physiologischen Eigenschaften von besonderem Interesse. Einige Versuche, welche Hr. Prof. Hugo Kronecker über seine Wirkungen begonnen hat, sind noch nicht zum Abschlusse gelangt. Derselbe theilt mir jedoch schon heute mit, dass das β-Coniceïn jedenfalls weit schwächer wirkt, als das α-Coniceïn. Kaninchen erholten sich wieder, selbst wenn die Dose des β-Coniceïns bis zum vierfachen derjenigen Menge gesteigert ward, in welcher das α-Coniceïn eine tödtliche Wirkung geübt hatte.

Die Krystalle des β-Coniceïns, welche sich seit Monaten vollkommen unverändert erhalten haben, schmelzen bei 41°. Der Siede-

punkt der krystallisirten Base liegt bei 168°, also fast genau bei derselben Temperatur, bei welcher das Coniin siedet. Trotz dieses hohen Siedepunktes ist sie ausserordentlich flüchtig. Bei einem Versuche, die Base für die Analyse *in vacuo* zu trocknen, verflüchtigten sich in zehn Minuten nicht weniger als 25mg. Angesichts des geringen Vorraths von β-Coniceïn, welcher mir zur Verfügung stand, musste ich mich entschliessen, die zwischen Fliesspapier getrocknete Base zu verbrennen, obwohl ich nach den Erfahrungen, welche bei der Untersuchung des α-Coniceïns gesammelt worden waren, kaum erwarten durfte, dass die so erhaltene Base absolut wasserfrei sei.

In der That zeigte sich ein erheblicher Verlust an Kohlenstoff. Ich stelle die gefundenen mit den berechneten Werthen zusammen.

	$C_8H_{15}N$	Versuch	$C_8H_{15}N$ mit 1 Procent Wasser
Kohlenstoff	76.80	75.71	76.03
Wasserstoff	12.00	11.67	11.99
Stickstoff	11.20	11.34	10.98
	100.00	98.72	99.00

Das *salzsaure β-Coniceïn* wird leicht erhalten durch Auflösen der krystallisirten Base in Chlorwasserstoffsäure; die Lösung erfolgt unter Erwärmung. Beim Abdampfen der neutralen Flüssigkeit werden farblose Prismen gewonnen, welche sehr löslich, aber vollkommen luftbeständig sind. Analysen eines Chlorhydrats, welches aber noch nicht ganz rein war, sind bereits im Vorstehenden angeführt worden (vergl. S. 1222). Die Analyse des aus der starren Base dargestellten, bei 100° getrockneten salzsauren Salzes lieferte Werthe, welche der Formel

$$C_8H_{15}N . HCl$$

entsprechen.

	Theorie		Versuch		
C_8	96	59.44	58.79	59.42	—
H_{16}	16	9.90	10.04	10.27	—
N	14	8.68		—	
Cl	35.5	21.98	—	—	21.79
	161.5	100.00			

Das *Goldsalz* fällt als Öl, welches aber bald krystallinisch erstarrt. Seine Eigenschaften stimmen im Wesentlichen mit denen des noch nicht ganz reinen Salzes überein, dessen Analyse bereits früher gegeben worden ist (vergl. S. 1223). Das aus dem Chlorhydrat der starren Base gewonnene Goldsalz zeigte *in vacuo* getrocknet die Zusammensetzung

$$C_8H_{15}N . HCl . AuCl_3,$$

welcher 42.36 Procent Gold entsprechen; gefunden wurden 42.40 Procent.

Das β-Coniceïn liefert auch ein krystallinisches *Platinsalz*, allein es ist so ausserordentlich löslich, dass es sich nur mit der grössten Schwierigkeit erhalten lässt; für die Analyse ist es jedenfalls nur wenig geeignet. Wenn sich die Base mit Zinnchlorid vereinigt, so ist die Verbindung jedenfalls eine äusserst lösliche; ich habe sie nicht krystallisirt erhalten.

Noch erschien es von Wichtigkeit, festzustellen, zu welcher Classe von Basen das β-Coniceïn gehört. Dass dasselbe nicht wie das α-Coniceïn eine tertiäre Base sei, liess sich alsbald durch die starke Wärmeentwickelung erkennen, welche beim Vermischen der Base mit Essigsäureanhydrid erfolgte; es war aber auch keine primäre, denn mit Alkali und Chloroform wurde kein Isonitril gebildet; das β-Coniceïn musste also eine secundäre sein. Diese Schlussfolgerung wurde überdies durch das Studium seines Verhaltens zum Jodmethyl bestätigt. Es bot kein Interesse, die in erster Linie zu erwartende tertiäre Methylbase zu isoliren. Man liess daher das Jodmethyl alsbald in Gegenwart eines kleinen Überschusses von Natron in alkoholischer Lösung auf die starre Base einwirken. Die Reaction war ziemlich heftig; die Lösung enthielt das Jodid der dimethylirten Ammoniumbase, welches, obschon sehr löslich in Wasser, gleichwohl in guten Krystallen erhalten werden konnte. Um die Ammoniumbase zu identificiren, wurde die Lösung mit Salzsäure und Chlorsilber behandelt, das Kochsalz zum grösseren Theile durch Behandlung des Abdampfrückstandes mit absolutem Alkohol entfernt, und das in Alkohol lösliche Chlorid nach Entfernung des Alkohols mit Platinchlorid gefällt. Das *Platinsalz* bildet leichtlösliche Prismen, welche sich umkrystallisiren lassen. Bei 200° getrocknet lieferte das Salz 27.45 Procent Platin. Die Verbindung

$$2(C_8H_{11}NCH_3.CH_3Cl)PtCl_4$$

verlangt 27.43 Procent.

Das *Goldsalz* ist schwerer löslich, lässt sich aber gleichfalls umkrystallisiren. Die Analyse des bei 100° getrockneten Salzes führte zu der Formel

$$C_8H_{11}NCH_3.CH_3Cl.AuCl_3.$$

Theorie: 39.95 Procent. Gold. Versuch 40.11.

Einwirkung der Jodwasserstoffsäure auf das Conydrin.

Wird das Conydrin mit dem vierfachen Gewicht Jodwasserstoffsäure und etwas Phosphor 3 bis 4 Stunden lang einer Temperatur ausgesetzt, welche 150° nicht übersteigt, so enthält die Digestionsröhre

nach dem Erkalten eine Menge farbloser, prismatischer Krystalle. Wird die angegebene Temperatur erheblich überschritten, so vermindert sich die Ausbeute an Krystallen; bei 300° entsteht gerade wie bei dem Coniin (vergl. S. 1216) fast nur Octan. Die Krystalle sind in kaltem Wasser mässig, in heissem leicht löslich und lassen sich daher aus letzterem mit Vortheil umkrystallisiren; sie können unverändert bei 100° getrocknet werden. Die Analyse zeigte, dass hier das Jodhydrat eines jodirten Coniins

$$C_8H_{16}IN . HI$$

vorlag, aus dem Conydrin durch Substitution von 2 At. Jod für 1 At. Sauerstoff gebildet.

$$C_8H_{17}NO + 2HI = C_8H_{16}IN . HI + H_2O.$$

Es ist dieses das Salz, dessen schon im Vorhergehenden als einer Quelle für die Gewinnung von α-Coniceïn (vergl. S. 1215) gedacht worden ist.

Beim Kochen des Salzes mit Silbernitrat wird der ganze Jodgehalt desselben als Jodsilber ausgeschieden: auf diese Weise wurden 66.37 Procent Jod gefunden. Die Theorie verlangt 66.71 Procent.

Wird die Lösung des Jodids in der Kälte mit Silberchlorid so lange digerirt, als sich letzteres noch in Jodsilber verwandelt, so wird nur die Hälfte des in den Krystallen enthaltenen Jods entfernt, indem sich ein Chlorhydrat von der Formel

$$C_8H_{16}IN . HCl$$

bildet. Beim Abdampfen schiesst dieses Chlorid in Krystallen an, die, obwohl immer noch schwer löslich, sich doch viel leichter lösen, als das entsprechende Jodhydrat. Mit Platinchlorid versetzt liefert dieses Chlorhydrat ein schwer lösliches, krystallinisches Platinsalz von der Formel

$$2\,(C_8H_{16}IN . HCl)\,PtCl_4,$$

welchem 21.46 Procent Platin entsprechen. Gefunden wurden 22.05 und 21.83 Procent. Der etwas zu hoch gefundene Platingehalt ist wahrscheinlich durch den Umstand bedingt, dass sich schon etwas von dem Platinsalze der gleich zu erwähnenden chlorhaltigen Base gebildet hatte.

Wird das Jodhydrat der jodirten Base eine viertel Stunde lang mit einem Überschusse von Chlorsilber gekocht, so wird auch das zweite Jodatom durch Chlor ersetzt, indem sich ein in blätterigen Krystallen anschiessendes Chlorhydrat einer chlorirten Base bildet, dessen Zusammensetzung

$$C_8H_{16}ClN . HCl$$

durch die Analyse des entsprechenden Platinsalzes festgestellt ward. Letzteres krystallisirt in schönen, gelben, ziemlich leicht löslichen Nadeln, welche bei 100° getrocknet 26.95 Procent Platin liefern. Der Formel

$$2\,(C_8H_{16}ClN\,.\,HCl)PtCl_4$$

entsprechen 26.80 Procent.

Die im Vorstehenden beschriebenen Versuche lassen unzweifelhaft erkennen, dass in den durch die Einwirkung der Jodwasserstoffsäure auf das Conydrin gebildeten Krystallen das Jodhydrat eines Jodconiins vorliegt. Ein weiterer Beweis für diese Auffassung ergab sich bei der Einwirkung von Reductionsmitteln auf die Lösung des Salzes. Wird dieselbe kurze Zeit mit Zinn und Salzsäure gekocht, so ist die jodirte Base glatt in Coniin übergegangen. Übersättigt man nunmehr mit Alkali, so geht bei der Destillation mit Wasserdampf reines Coniin über, welches zumal durch das Studium des charakteristischen luftbeständigen Chlorhydrats identificirt wurde.

Die Überführung des Conydrins in Coniin, welche man früher durch Anwendung von Entwässerungsmitteln irrthümlich geglaubt hatte bewerkstelligt zu haben, lässt sich also unter Zuhülfenahme von Jodwasserstoffsäure ohne Schwierigkeit ausführen.

Das Jodid des Jodconiins bietet nach verschiedenen Richtungen hin Interesse. Versetzt man die Lösung desselben in der Kälte vorsichtig mit Alkali, so scheidet sich die freie Base

$$C_8H_{16}IN$$

als schweres Öl aus, welches von dem gleichzeitig gebildeten Jodkalium durch Äther getrennt werden kann. Verdampft man den Äther, — durch Abblasen auf einem Uhrglase z. B. — so bleibt die Base zurück. Bei gewöhnlicher Temperatur hält sie sich längere Zeit unverändert; erhitzt man sie aber auf eine Temperatur, die nur wenige Grade über dem Siedepunkt des Wassers liegt, so erfolgt eine Umbildung, indem sie nach der Gleichung

$$C_8H_{16}IN = C_8H_{15}N\,.\,HI$$

in ein Jodhydrat übergeht.

Das Bemerkenswerthe dieser Umbildung ist jedenfalls, dass sich in einigen Fällen das flüssige α-Coniceïn, in anderen das starre β-Coniceïn bildet. Vielleicht ist es richtiger, zu sagen, dass stets beide Basen neben einander entstehen, dass aber in einigen Fällen vorzugsweise die flüssige, in anderen vorwaltend die starre Base auftritt. Jedenfalls war das starre β-Coniceïn stets von flüssigem α-Coniceïn begleitet, welches sich durch Bildung des charakteristischen Pikrates leicht nachweisen liess. Es muss dahingestellt bleiben, ob nicht das in anderen

Fällen beobachtete flüssige α-Coniceïn, welches selbst in einer starken Kältemischung keine Krystalle mehr absetzte, gleichwohl noch erhebliche Mengen der starren Base enthalten habe, da schon die Gegenwart kleiner Mengen flüssiger Base die Ausscheidung des starren Coniceïns zu hindern vermag. Es hat begreiflich nicht an Versuchen gefehlt, die Bedingungen festzustellen, unter denen sich die aus dem Jodhydrat ausgeschiedene Jodbase geradezu, sei es in α-Coniceïn, sei es in β-Coniceïn, verwandele: diese Versuche sind jedoch alle gescheitert. Dagegen ist es einigermaassen gelungen, die directe Zerlegung des Jodhydrats so zu leiten, dass nach Wunsch vorwaltend die eine oder die andere der beiden Coniceïnbasen gebildet wird.

Versetzt man das Jodhydrat mit einem Überschusse von Natronhydrat und leitet durch die Mischung einen Strom von Wasserdampf, so geht eine basische Flüssigkeit über, welche entweder ganz oder vorwiegend aus α-Coniceïn besteht, wenigstens setzt sie auch bei stärkster Abkühlung keine Krystalle ab.

Wird dagegen das trockene Jodhydrat, mit wasserfreiem Kalk gemischt, der Destillation unterworfen, so ist das Destillat ebenfalls flüssig und enthält stets erhebliche Mengen von α-Coniceïn, allein bei der Abkühlung zeigen sich alsbald Krystalle von β-Coniceïn.

Angesichts der Beständigkeit, welche das im freien Zustande so veränderliche Jodconiin in seinen Verbindungen mit Säuren zeigt, — das jodwasserstoffsaure Salz lässt sich wochenlang ohne Zersetzung aufbewahren, — lag der Gedanke nahe, dass sich die durch Jodwasserstoffabspaltung aus demselben entstehenden Basen $C_8H_{15}N$ unter dem Einflusse eines Überschusses von Jodwasserstoffsäure wieder in das Jodhydrat des Jodconiins würden zurück verwandeln lassen. Der Versuch ist zumal mit dem α-Coniceïn wiederholt angestellt worden, ohne dass etwas anderes als jodwasserstoffsaures Coniceïn gebildet worden wäre.[1]

[1] Bei dieser Gelegenheit sind einige Versuche über das Verhalten des Allylamins zur Jodwasserstoffsäure gemacht worden, welche, obwohl sie mit dem Studium der Coniinkörper nicht eigentlich in Verbindung stehen, gleichwohl anhangsweise hier erwähnt werden mögen.

Das jodwasserstoffsaure Allylamin addirt in der That noch 1 Mol. Jodwasserstoffsäure und verwandelt sich in ein *jodwasserstoffsaures Jodpropylamin*

$$CH_2 = CH - CH_2NH_2.HI + HI = CH_2I - CH_2 - CH_2NH_2.HI.$$

Wird eine Lösung von Allylamin in einem Überschusse von Jodwasserstoffsäure bei mässiger Temperatur eingedampft, so bleibt eine Krystallmasse zurück, welche sowohl in Wasser, als auch in Alkohol löslich ist. Aus letzterem lässt sich die Verbindung umkrystallisiren und wird alsdann in farblosen Nadeln erhalten; man darf indessen nicht zu lange erwärmen, weil sich die Lösung leicht bräunt.

Schliesslich verdient hier noch bemerkt zu werden, dass Phosphortribromid bei hoher Temperatur in ganz ähnlicher Weise auf das Conydrin einwirkt wie Jodwasserstoffsäure. Es entsteht ein schön krystallisirtes, ziemlich schwerlösliches Salz, welches nicht analysirt worden ist, welches aber, ich zweifle nicht daran, die dem beschriebenen Jodkörper entsprechende Bromverbindung

$$C_8H_{16}BrN . HBr$$

darstellt. Die durch Alkali aus der Verbindung in Freiheit gesetzte Base liefert beim Sättigen mit Bromwasserstoffsäure das ursprüngliche, schön krystallisirte Salz nicht mehr.

Es wäre von Interesse, zu versuchen, ob sich bei der Einwirkung von Phosphortrichlorid auf das Conydrin nicht auch ein analoges chlorwasserstoffsaures Chlorconiin bildet.

Bei der nach der Carius'schen Methode ausgeführten Jodbestimmung wurden in dem bei 100° getrockneten Salze 81.10 Procent Jod erhalten. Der Formel

$$C_3H_9NI = (C_3H_6I)H_2N.HI$$

entsprechen 81.15 Procent.

Wird die wässerige Lösung des Salzes bei gewöhnlicher Temperatur mit Chlorsilber behandelt, so wird die salzbildende Jodwasserstoffsäure gegen Salzsäure ausgetauscht. Auf Zusatz von Platinchlorid zu der Lösung fällt ein schönes, mässig lösliches, in sechsseitigen Tafeln krystallisirendes *Platinsalz*, welches ohne Zersetzung eine Temperatur von 100° verträgt. Die Analyse ergab 25.32 Procent Platin; die Formel

$$2[(C_3H_6I)H_2N.HCl]PtCl_4$$

erheischt 25.12 Procent.

Wird die Lösung des jodwasserstoffsauren Salzes längere Zeit hindurch mit Chlorsilber gekocht, so hat man schliesslich nichts anderes, als chlorwasserstoffsaures Allylamin in Lösung. Dieselbe Umbildung erfolgt, wenn man das Jodhydrat mit Natronlauge zum Sieden erhitzt.

Bei gewöhnlicher Temperatur lässt sich jedoch das Jodpropylamin durch Behandlung des Jodhydrats mit Natronlauge in Freiheit setzen. Es ist ein schweres Öl, welches mittels eines Scheidetrichters vom Jodnatrium getrennt wird.

Die freie Jodbase ist aber eine höchst ephemere Verbindung; schon nach kurzer Frist — 5 bis 10 Minuten — tritt eine Reaction ein, die Temperatur steigt über den Siedepunkt des Wassers und das Jod hat wieder die Form der Jodwasserstoffsäure angenommen. Es sind in Wasser lösliche Krystalle entstanden, aus denen sich durch Alkalien basische Öle ausscheiden. Diese Öle enthalten, wie man nicht anders erwarten konnte, erhebliche Mengen von Allylamin; aber neben demselben treten hochsiedende Basen auf, deren Geruch auffallend an den der Äthylenbasen erinnert. Es ist mir nicht gelungen, diese Körper in krystallinische Verbindungen überzuführen. Ihre Untersuchung ist daher nicht weiter geführt worden.

Beiträge zur Kenntniss der Coniin-Gruppe.

Von A. W. Hofmann.

(Zweiter Theil. Vorgetragen am 6. November [s. oben S. 1039].)

Einwirkung des Broms in alkalischer Lösung auf das Coniin.

Ausgangspunkt dieses Theils meiner Arbeit ist die Untersuchung des Verhaltens, welches die Amide unter dem Einflusse einer alkalischen Bromlösung zeigen; die Ergebnisse derselben sind der Akademie schon vor etwa zwei Jahren vorgelegt worden.[1]

Die Producte, welche unter dem Einflusse des Broms aus dem Coniin hervorgehen, sind sehr mannichfaltig und werden zumeist durch die Gewichtsverhältnisse bedingt, in denen beide Substanzen auf einander wirken. Es ist daher nothwendig, bei diesen Versuchen die Wage stets zur Hand zu haben. Die im Folgenden verzeichneten Gewichtsverhältnisse sind das Ergebniss zahlreicher Versuche; es soll nicht behauptet werden, dass es die vortheilhaftesten seien, wohl aber, dass wesentliche Abweichungen von denselben oft ganz andere als die beschriebenen Erscheinungen hervorrufen.

Im Vorhergehenden ist der Wechselwirkung zwischen Coniin und Brom bereits flüchtig gedacht worden (vergl. S. 1215). Versetzt man Coniin mit Brom, so tritt eine heftige Reaction ein, deren Producte ich nicht weiter verfolgt habe; auch bei Gegenwart von Wasser erfolgt eine, wie es scheint, complexe Umbildung. Einfacher gestalten sich die Verhältnisse, wenn man Brom auf ein Coniinsalz einwirken lässt. Übergiesst man trockenes salzsaures oder bromwasserstoffsaures Coniin mit Brom, so lösen sich die Salze auf und bei längerem Stehen an der Luft scheiden sich unter Abdunsten von etwas Brom dunkel gefärbte, ziemlich beständige Krystalle aus. Hat man die Salze in Lösung angewendet, so schlägt sich dieses Product in Gestalt eines dunkelen, schweren Öles nieder. Weder das starre noch das flüssige Product, welches je nach der Menge des angewendeten Broms gewiss eine verschiedene Zusammensetzung hat, ist der Analyse unter-

[1] Hofmann, Sitzungsberichte, Math.-naturw. Mitth. 1882. 223.

worfen worden. Man hat es hier offenbar mit Additionsproducten zu thun, und wenn Salz und Brom im Verhältnisse von 1 Mol. : 1 Mol. angewendet worden sind, so wird man nicht fehlgehen, wenn man die sich ausscheidende Verbindung als

$$C_8H_{17}N.HBr.BrBr$$

auffasst. Fügt man alsdann dem so gebildeten Additionsproducte Natronlauge hinzu, bis die Farbe des Broms verschwunden ist, so bildet sich eine fast farblose, schwere Flüssigkeit von durchdringendem Geruch, welche ich nach ihrem allgemeinen Verhalten als ein das Brom in der Imidgruppe enthaltendes Substitutionsproduct anspreche

$$C_8H_{17}N.HBr.BrBr + 2NaHO = C_8H_{16}NBr + 2NaBr + 2H_2O.$$

Noch zweckmässiger stellt man den Versuch so an, dass man 1 Mol. Brom mit 1 Mol. Natronhydrat (in 5proc. Lösung) mischt und zu der stark abgekühlten Flüssigkeit 1 Mol. Coniin hinzufügt.

Aus dem so gewonnenen Substitutionsproducte lässt sich 1 Mol. Bromwasserstoff abspalten, wodurch Basen gebildet werden, in welchen 2 At. Wasserstoff weniger als in dem Coniin vorhanden sind:

$$C_8H_{16}NBr = C_8H_{15}N + HBr.$$

Die Ausführung des Processes hat nun aber zu dem bemerkenswerthen Ergebniss geführt, dass die sich bildende Base $C_8H_{15}N$ eine verschiedene ist, jenachdem man zur Abspaltung der Bromwasserstoffsäure eine Säure oder ein Alkali verwendet. Wird dieselbe mittelst einer Säure (Schwefelsäure) bewerkstelligt, so entsteht, wie dies bereits in einem früheren Abschnitte dieser Arbeit (vergl. S. 1216) angeführt worden ist, die unter dem Namen α-Coniceïn beschriebene Base; nimmt man dagegen die Bromwasserstoffsäure durch ein Alkali hinweg, so entsteht ein Amin, welches weder mit dem α-Coniceïn noch mit dem β-Coniceïn identisch ist, und daher von den beiden genannten Basen durch die Bezeichnung γ-Coniceïn unterschieden werden muss.

Umwandlung des Coniins in α-Coniceïn.

Das unter den oben angegebenen Bedingungen erzeugte Bromderivat des Coniins ist eine sehr ephemere Verbindung. Schon nach wenigen Minuten erleidet es unter lebhafter Wärmeentwickelung eine stürmische Zersetzung, welche sich bis zu heftiger Explosion steigern kann. Man sollte deshalb mit verhältnissmässig kleinen Mengen und möglichst schnell operiren. Lässt man die im Scheidetrichter von

dem Bromnatrium getrennte Flüssigkeit tropfenweise in concentrirte Schwefelsäure fliessen, so löst sie sich farblos auf. Wird diese Lösung langsam auf 140° erwärmt und bei dieser Temperatur gelassen, so lange sich Brom und Bromwasserstoffsäure entwickeln, — was etwa eine Stunde in Anspruch nimmt, — so erkennt man beim Sättigen mit Alkali, dass sich unter Abspaltung von Bromwasserstoffsäure α-Coniceïn gebildet hat. Es wurde durch sorgfältige Vergleichung mit dem aus dem Conydrin gewonnenen zumal auch durch die Erzeugung des Pikrats mit dem Schmelzpunkte 225° identificirt. Bei der Verbrennung wurden folgende Werthe erhalten:

	Theorie	Versuch
Kohlenstoff	47.45	47.57
Wasserstoff	5.09	5.51

Die Ausbeute an α-Coniceïn beträgt etwa 40 Procent des ursprünglich angewendeten Coniins.

Noch verdient bemerkt zu werden, dass neben dem α-Coniceïn in dieser Reaction anderweitige Producte gebildet werden, so z. B. eine bromhaltige Base, die ein sehr schwer lösliches Sulfat und ein unlösliches, schwach krystallinisches Platinsalz bildet. Ich bin dieser Base, welche ein tribromirtes Oxyconiin darstellt, auch auf anderen Wegen begegnet; dieselbe wird weiter unten ausführlicher beschrieben werden.

Umwandlung des Coniins in γ-Coniceïn.

Übergiesst man das im vorigen Abschnitt erwähnte Bromsubstitutionsproduct $C_8H_{16}NBr$, statt es in Schwefelsäure fliessen zu lassen, mit Alkali, so beobachtet man je nach der Menge und Concentration des letzteren verschiedene Erscheinungen.

Wendet man einen grossen Überschuss starker Natronlauge an, so erfolgt eine lebhafte Reaction, indem sich die Flüssigkeit unter Ausscheidung harziger Producte bräunt; gleichzeitig treten neben Coniin eigenthümliche, die Schleimhaut der Nase reizende Dämpfe auf. Wird jetzt Wasserdampf durch die Flüssigkeit geleitet, so geht neben Coniin die neue Base über, welche ich mit dem Namen γ-Coniceïn bezeichnet habe. Man erkennt sie in dem Gemenge alsbald daran, dass sie mit Zinnchlorid eine krystallinische Verbindung bildet, welche Fähigkeit dem Coniin abgeht. Die Ausbeute an γ-Coniceïn nach diesem Verfahren ist indessen eine nur wenig befriedigende, da, wie aus dem Gesagten erhellt, unliebsame Nebenreactionen auftreten, welche einen erheblichen Theil des Materials verschlingen.

Viel günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn man mit mässigen Quantitäten verdünnter Alkalilösung arbeitet. Allerdings wird auch in diesem Falle die Bildung von Nebenproducten nicht vermieden, aber diese Nebenproducte sind nicht mehr harzartige Substanzen, sondern wohl definirte schön krystallisirte Körper, welche man gern mit in den Kauf nimmt, zumal sie eine Reihe interessanter Umbildungen erleiden.

Die Darstellung des γ-Coniceïns nimmt hiernach folgende einfache Form an:

Man vermischt eine verdünnte Lösung von salzsaurem oder bromwasserstoffsaurem Coniin mit Brom in dem Verhältniss von 1 Mol. des ersteren auf 1 Mol. des letzteren und versetzt die Flüssigkeit, in welcher sich das ölige Additionsproduct $C_8H_{17}N.HBr.BrBr$(?) ausgeschieden hat, mit 2 Mol. Alkali, indem man Sorge trägt, die Lösung desselben möglichst verdünnt anzuwenden. Ich habe gewöhnlich mit fünfprocentigen Lösungen gearbeitet. Die so erhaltene Flüssigkeit kann man nunmehr auf dem Wasserbade erwärmen, ohne eine lebhafte Reaction befürchten zu müssen. Nach Verlauf etwa einer halben Stunde, zumal bei öfterem Umschütteln, hat sich die wässerige Flüssigkeit entfärbt, und das schwere Öl ist vollständig verschwunden; gleichzeitig ist die anfangs alkalische Reaction in eine stark saure umgeschlagen. Die Lösung enthält nunmehr ein Salz des γ-Coniceïns, welches nach der Gleichung

$$C_8H_{17}N.HBr.BrBr + 2NaHO = C_8H_{15}N.HBr + 2NaBr + 2H_2O$$

entstanden ist. Allein es hat sich nebenbei ein anderes Product gebildet. Aus der nunmehr ganz hell gewordenen Flüssigkeit scheiden sich beim Erkalten oder nach gelindem Abdampfen farblose Nadeln ab, denen bisweilen eine kleine Menge gelben Öles anhaftet. Sie stellen das bromwasserstoffsaure Salz des tribromirten Oxyconiins dar, dessen bereits im Vorhergehenden (vergl. S. 1233) gedacht worden ist, und auf welches ich weiter unten zurückkommen werde. Die abfiltrirte Flüssigkeit enthält neben dem Salze des γ-Coniceïns noch eine reichliche Menge unveränderten Coniins. Beide Basen werden durch Alkali in Freiheit gesetzt und mit Wasserdampf übergetrieben. Wird das wässerige Destillat sammt dem obenaufschwimmenden Öl mit Salzsäure gesättigt, so schiessen beim Verdampfen schöne, strahlige Krystalle an, welche unschwer als die Mischung eines luftbeständigen und eines zerfliesslichen Salzes erkannt werden. Das luftbeständige Salz erweist sich nach dem Absaugen und Umkrystallisiren als reines salzsaures Coniin. Das zerfliessliche Salz enthält das γ-Coniceïn. Dem zerfliesslichen Salze ist begreiflich noch eine sehr erhebliche Menge von Coniin beigemischt. Eine Trennung wurde mit Hülfe der Platin-

salze versucht, jedoch mit nur theilweisem Erfolge, da das Coniceïnsalz nicht viel weniger löslich ist als das Salz des Coniins. 100 Gew. Th. Wasser lösen nämlich bei 20° 2.4 Gew. Th. γ-Coniceïn- und 5 Gew. Th. Coniin-Platinsalz.

Die Trennung beider Basen, welche die grösste Ähnlichkeit mit einander haben, wurde schliesslich in erwünschter Weise mittelst Zinnchlorid bewerkstelligt, welches, wie bereits oben bemerkt, mit dem γ-Coniceïn ein wohlcharakterisirtes, gut krystallisirendes Doppelsalz bildet, während die entsprechende Verbindung des Coniins gummiartig eintrocknet. Behufs Reindarstellung des γ-Coniceïns wird die Mischung der beiden Chlorhydrate, wie man sie nach dem oben beschriebenen Verfahren erhält, bis zur Krystallisation eingedampft und mit einer concentrirten Lösung von Zinnchlorid versetzt, wobei ein Überschuss des letzteren sorgfältig zu vermeiden ist. Nach einigen Augenblicken, zumal beim Reiben, erstarrt die Flüssigkeit zu einem Krystallbrei, welcher, mit der Pumpe abgesaugt, einige Mal aus heissem Wasser und schliesslich aus siedendem Alkohol umkrystallisirt wird. Auf diese Weise erhält man wohlausgebildete Krystalle, welche durch Behandlung mit Schwefelwasserstoff das reine salzsaure Salz des γ-Coniceïns liefern, aus diesem wird die Base mit Alkali in Freiheit setzt. Oder aber man zerlegt das Zinndoppelsalz direct mit Alkali und treibt das γ-Coniceïn mit Wasserdampf über. Man erhält auf diese Weise etwa 30 Procent des angewendeten Coniins an völlig γ-Coniceïn. Die Menge des wirklich gebildeten γ-Coniceïns ist aber wesentlich grösser, dieselbe lässt sich aber nicht gewinnen, weil das Zinnsalz in Gegenwart von viel Coniin nicht mehr auskrystallisirt. Man benutzt die Mischung von γ-Coniceïn und Coniin am zweckmässigsten für neue Coniceïndarstellungen.

γ-Coniceïn. Zunächst mit Ätzkali und schliesslich mit Natrium entwässert, stellt das γ-Coniceïn eine farblos-durchsichtige, flüssige Base dar, welche leichter als Wasser ist. Letzterem, in dem sie nur wenig löslich ist, ertheilt sie eine stark alkalische Reaction. Sie besitzt in auffallendem Grade den charakteristischen Geruch des Coniins, jedoch nicht ohne einen eigenthümlichen stechenden Beigeruch.

Wie das Coniin, ist auch das γ-Coniceïn ein kräftiges Gift. Nach Versuchen, welche Hr. Prof. Hugo Kronecker angestellt hat, wirkt von allen Coniinbasen das γ-Coniceïn in kleinster Dose. γ-Coniceïn tödtete Kaninchen, selbst wenn sie nicht mehr als ein Zwölftel der Dose erhalten hatten, in welcher das Coniin eine tödtliche Wirkung übt.[1]

---

[1] Hr. Prof. H. Kronecker experimentirte mit wässerigen Lösungen, welche 10 Procent der Basen, in Form ihrer neutralen salzsauren Salze, enthielten. Auf 1 Kilo Kaninchen

Das γ-Coniceïn ist bisher im starren Zustande nicht beobachtet worden. In einem Kohlensäure-Ätherbad, dessen Temperatur weit unter — 50° war, erhielt sich die Base unverändert flüssig; in dieser Beziehung unterscheidet sie sich sehr wesentlich von dem α-Coniceïn, welches bei starker Abkühlung mit Leichtigkeit erstarrt (vergl. S. 1213).

Das γ-Coniceïn siedet vollkommen constant bei 173°, also einige Grade höher als das Coniin. Mit den Säuren bildet es krystallisirbare neutrale Salze, welche aber sehr zerfliesslich sind; untersucht wurden in dieser Beziehung ausser dem Chlorhydrat noch das Bromhydrat, das Sulfat und das Nitrat. Durch ihre Zerfliesslichkeit unterscheiden sich die Salze des γ-Coniceïns alsbald unverkennbar von denen des Coniins.

Beim Schmelzen zeigen die γ-Coniceïnsalze, zumal das salzsaure Salz, eine eigenthümliche grüne Färbung, welche an die Tinte des Kaliummanganats erinnert; beim Stehen an der Luft zerfliessen die grün gewordenen Krystalle zu einer rothen Flüssigkeit, deren Farbe derjenigen einer verdünnten Permanganatlösung gleicht.

Die Zusammensetzung des γ-Coniceïns ist durch die Analyse der Base sowohl als des Platinsalzes festgestellt worden. Der Formel

$$C_8H_{15}N$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.		
C_8	96	76.80	76.80	76.73	76.55
H_{15}	15	12.00	12.21	12.32	12.24
N	14	11.20	—	—	—
	125	100.00			

Das *Platinsalz* krystallisirt in grossen, wohlausgebildeten Krystallen, welche häufig tafelförmig gestaltet sind. Es lässt sich ebenso wie das Platinsalz des Coniins ohne irgend welche Zersetzung umkrystallisiren. Die bei 100° getrocknete Substanz lieferte Zahlen, welche der Formel

$$2\,[C_8H_{15}N\,.\,HCl]\,PtCl_4$$

entsprechen.

---

berechnet, betrug die tödtliche Dose von

Coniin . . . . 0.080—0.100g
α-Coniceïn 0.010 0.020g
γ-Coniceïn 0.006 0.007g

Bei β-Coniceïn und Conydrin blieben 0.040g ohne Wirkung; als man aber bei letzterem die Dose verzehnfachte (0.400g), erfolgte der Tod unter Krämpfen nach 9 Minuten. Octylamin, in einer Dose von 0.060g gegeben, brachte keine Wirkung hervor.

	Theorie.		Versuch.			
C_{16}	192	29.00	29.01	28.83	—	—
H_{32}	32	4.83	4.97	4.91	—	—
N_2	28	4.23	—	—	—	—
Pt	197	29.76	—	—	29.65	29.64
Cl_6	213	32.18	—	—	—	—
	662	100.00				

Das *Goldsalz* ist schwer löslich. Es fällt wie das Coniinsalz zunächst als Öl, welches aber schon nach wenigen Augenblicken krystallisirt. Das Coniin-Goldsalz kann oft Tage lang stehen ohne zu erstarren.

Der Formel

$$C_8H_{15}N.HCl.AuCl_3$$

entsprechen 42.36 Procent Gold. Das *in vacuo* getrocknete Salz enthält 42.39 Procent.

Sehr charakteristisch für das γ-Coniceïn ist das bei der Darstellung verwerthete *Zinn-Doppelsalz*, dessen Zusammensetzung derjenigen des Platinsalzes entspricht. Bei der Analyse des bei 100° getrockneten Salzes wurde das mit Schwefelwasserstoff gefällte Zinnsulfid an der Luft geglüht und als Zinnoxyd gewogen. Die Formel

$$2[C_8H_{15}N.HCl]SnCl_4$$

verlangt 20.24 Procent Zinn. Gefunden wurden 20.36 Procent.

Das Zinnchlorid dürfte vielleicht bei der Untersuchung der flüchtigen Basen nicht selten mit Vortheil Verwerthung finden.

Das γ-Coniceïn, obschon der α- und β-Base ausserordentlich ähnlich, unterscheidet sich von denselben gleichwohl durch den höheren Siedepunkt, von dem α-Coniceïn überdies durch seine Unfähigkeit, schwer lösliche krystallisirbare Verbindungen mit Pikrinsäure und Quecksilberchlorid zu bilden, und von dem β-Coniceïn, ganz abgesehen von der Verschiedenheit des Aggregatzustandes, durch die Zerfliesslichkeit seiner Salze. Die Salze des β-Coniceïns sind, wie bereits erwähnt wurde, gleich denjenigen des Coniins selber, vollkommen luftbeständig. Von dem α- und β-Coniceïn unterscheidet es sich ferner durch die Bildung des eben erwähnten Zinndoppelsalzes, von dem β-Coniceïn endlich noch durch die weit geringere Löslichkeit seines Platinsalzes.

Versuche, die drei isomeren Coniceïne in einander überzuführen, sind bis jetzt ohne Erfolg geblieben. Angesichts der Bildung des α-Coniceïns aus dem Bromconiin durch Einwirkung der Schwefelsäure lag der Gedanke nahe, das γ-Coniceïn längere Zeit bei erhöhter Tem-

peratur mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung zu lassen. Beide Substanzen wurden Stunden lang bei 140° digerirt; schliesslich wurde die Lösung zum Sieden erhitzt. Das γ-Coniceïn hatte sich völlig unverändert erhalten.

In einem früheren Abschnitte dieser Abhandlung (vergl. S. 1224) ist bereits bemerkt worden, dass ich die neben der α- und β-Verbindung unter den Spaltungsproducten des Conydrins auftretende Base längere Zeit für γ-Coniceïn gehalten habe. Angesichts der wohlcharakterisirten Eigenschaften des γ-Coniceïns könnte es befremdlich erscheinen, dass diese Frage nicht alsbald durch Versuche entschieden worden sei. Es soll deshalb nicht unerwähnt bleiben, dass zur Zeit, als ich mit dem γ-Coniceïn genauer bekannt geworden war, der ganze Vorrath von Conydrin, welchen ich Hrn. Merck verdankte, erschöpft war, und neue Quantitäten nicht unmittelbar in Aussicht standen[1], so dass ich auf ein erneutes Studium seiner Spaltungsproducte zur endgültigen Lösung der Frage vor der Hand verzichten musste. Unter diesen Umständen war es mir sehr erfreulich noch im letzten Augenblick, ehe diese Blätter zum Abdruck gelangen, von Hrn. Wilh. Merck eine kleine Sendung Conydrin zu erhalten. Durch neue Versuche gelangte ich nunmehr zu dem bestimmten Schlusse, dass bei der Spaltung des Conydrins, — unter den Bedingungen, unter denen ich gearbeitet habe, — kein γ-Coniceïn auftritt. Aus dem erhaltenen Basengemenge konnte keine Spur des charakteristischen Zinndoppelsalzes gewonnen werden; auch liess sich beim Eindampfen der salzsauren Salze die eigenthümliche Grün- und Rothfärbung nicht wahrnehmen, welche für das γ-Coniceïn so bezeichnend sind.

Es blieb noch zu untersuchen übrig, ob das γ-Coniceïn wie das α-Coniceïn ein tertiäres, oder wie das β-Coniceïn ein secundäres Amin sei. Bei dieser Untersuchung, über die, ihrer eigenthümlichen Ergebnisse halber, etwas eingehender berichtet werden muss, haben sich weitere höchst charakteristische Verschiedenheiten des γ-Coniceïns von den beiden ihm isomeren Basen herausgestellt.

Dass das γ-Coniceïn keine tertiäre Base sei, ergiebt sich alsbald

---

[1] Bei den in letzter Zeit in der Merck'schen Fabrik in Darmstadt ausgeführten Coniindarstellungen sind nur ganz kleine Mengen von Conydrin erhalten worden. In einem Briefe des Hrn. Wilh. Merck vom 14 Januar d. J. sind einige Bemerkungen enthalten, welche in dieser Beziehung von Interesse sind. »Was die Grösse der Ausbeute an Conydrin betrifft«, schreibt Hr. Merck, »so ist diese eine stets variirende. Ich habe Schierlingsamen verarbeitet, der relativ eine geringe Ausbeute an Coniin, dagegen eine das gewöhnliche Maass überschreitende an Conydrin ergab. Dagegen habe ich auch wieder beobachtet, dass bei schlechten Ausbeuten an Coniin das Conydrin gleichfalls nur in verschwindend kleiner Menge auftrat. Ob hier das Reifestadium oder der Standort der Pflanze von Einfluss war, vermag ich zunächst nicht zu entscheiden.«

bei der Einwirkung des Essigsäureanhydrids, welches unter beträchtlicher Wärmeentwickelung eine Acetylverbindung erzeugt. Diese flüssige Verbindung ist unlöslich in Wasser und Salzsäure; sie siedet bei 252—255°. Die Formel

$$C_8H_{14}N.C_2H_3O$$

verlangt Kohlenstoff 71.85, Wasserstoff 10.19, gefunden wurde Kohlenstoff 70.42, Wasserstoff 10.12. Die Versuchsprocente weichen von den theoretischen erheblich ab, fixiren aber gleichwohl die Zusammensetzung der Acetylverbindung, so dass von einer Wiederholung der Analyse Abstand genommen wurde.

Das γ-Coniceïn ist aber auch keine primäre Base, wie sich bei Anwendung der Chloroformreaction alsbald unzweideutig ergab.

Die Bildung einer Acetylverbindung und die Unfähigkeit, sich in ein Isonitril zu verwandeln, charakterisiren das γ-Coniceïn als eine secundäre Base. Hiermit stimmt auch das Verhalten der Base gegen Jodmethyl, obwohl in dieser Reaction ganz unerwartete Erscheinungen auftreten.

Jodmethyl und γ-Coniceïn mischen sich unter beträchtlicher Wärmeentwickelung. Beim Erkalten scheiden sich Krystalle aus, offenbar das Jodhydrat einer tertiären Base. Um alsbald das letzte Product der Einwirkung zu erhalten, wurde eine alkoholische Lösung von γ-Coniceïn einige Stunden lang mit einem Überschusse von Jodmethyl und Natriumhydrat am Rückflusskühler digerirt. Beim Verdampfen des Alkohols zeigte sich, dass die Flüssigkeit, wie erwartet wurde, das Jodid einer Ammoniumbase enthielt, welches ausserordentlich löslich ist und deshalb nur schwierig in sehr zerfliesslichen Krystallen erhalten werden konnte. Das Alkali wurde nunmehr mit Salzsäure gesättigt und die in der Mischung befindlichen Jodide durch Chlorsilber in Chloride verwandelt. Durch Ausziehen der zur Trockne verdampften Chloride mit absolutem Alkohol wurde das Kochsalz entfernt. Das so erhaltene Chlorid der Ammoniumbase bildete mit Platinchlorid ein schönes, in mässig löslichen, sechsseitigen Tafeln anschiessendes *Platinsalz*, welches sich aus heissem Wasser ohne Zersetzung umkrystallisiren liess. Die Analyse des bei 100° getrockneten Salzes lieferte Zahlen, welche zunächst ganz befremdlich erschienen; sie ist deshalb des Öfteren wiederholt worden. Während man die der Formel

$$2\,[C_8H_{14}NCH_3CH_3Cl]PtCl_4$$

entsprechenden Werthe erwartete, wurden Zahlen erhalten, welche auf das Methylammoniumsalz eines dimethylirten Oxyconiins hinwiesen. Die Formel

$$2\,[C_{11}H_{24}NOCl]PtCl_4 = 2\,[C_8H_{15}(CH_3)_2NOCH_3Cl]PtCl_4$$

erheischt folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.							
C_{22}	264	33.76	33.52	34.23	—		—	—	—	—
H_{48}	48	6.14	6.11	6.22	—	—	—	—	—	—
N_2	28	3.58	—	—	—	—	—	—	—	—
O_2	32	4.09	—	—	—	—	—	—	—	—
Pt	197	25.19	—	—	25.23	25.22	25.32	25.03	25.13	25.02
Cl_6	213	27.24								
	782	100.00								

Die Ammoniumbase bildet auch ein krystallinisches schwerlösliches *Golddoppelsalz.*

Die Werthe, welche der Formel

$$C_{11}H_{24}NOCl\,.\,AuCl_3 = C_8H_{15}(CH_3)_2NOCH_3Cl\,.\,AuCl_3$$

angehören, sind:

	Theorie.		Versuch.		
C_{11}	132	25.14	25.49		
H_{24}	24	4.57	4.57	—	—
N	14	2.67	—	—	—
O	16	3.05	—	—	—
Au	197	37.52	—	37.68	37.23
Cl_4	142	27.05	—	—	—
	525	100.00			

Fragt man sich, auf welche Weise eine derartige Verbindung aus dem γ-Coniceïn zu Stande kommt, so darf man wohl annehmen, dass die Base bei der Einwirkung des Jodmethyls in Gegenwart von Alkali in einem Zuge die Veränderungen erleidet, welche bei dem Coniin in verschiedenen aufeinanderfolgenden Operationen beobachtet worden sind, dass sich aber in irgend einem Stadium der Reaction dem Producte noch 1 Mol. Wasser hinzuaddirt. Es werden also nach einander gebildet:

Coniin-Reihe.	γ-Coniceïn-Reihe.
$C_8H_{16}NCH_3.HI$	$C_8H_{14}NCH_3.HI$
$C_8H_{16}NCH_3CH_3I$	$C_8H_{14}NCH_3CH_3I$
$C_8H_{15}(CH_3)NCH_3.HI$	$C_8H_{13}(CH_3)NCH_3.HI$
$C_8H_{15}(CH_3)NCH_3CH_3I$	$C_8H_{13}(CH_3)NCH_3CH_3I$
	$C_8H_{15}(CH_3)NOCH_3CH_3I.$

Die Ähnlichkeit, welche das Endproduct der Einwirkung des Jodmethyls auf das Coniceïn mit dem unter ähnlichen Bedingungen aus

dem Coniin erhaltenen zeigt, ist Veranlassung gewesen, auch noch die Destillationsproducte der entsprechenden Hydroxydverbindung zu studiren, welche mit Leichtigkeit durch Behandlung des Chlorids mit Silberoxyd als stark alkalische Flüssigkeit erhalten wird. Man konnte im Hinblick auf das, was ich bei dem Piperidin und dem Coniin[1] beobachtet habe, mit einiger Sicherheit erwarten, dass sich zwei neben einander herlaufende Reactionen vollziehen würden, und es blieb nur zweifelhaft, ob sich das während des Bildungsprocesses aufgenommene Wassermolecul bei der Spaltung der Verbindung durch die Einwirkung der Wärme wieder ablösen werde oder nicht. Der Versuch hat gezeigt, dass die Elemente des Wassers den Spaltungsproducten verbleiben.

Wurde das Hydroxyd der Ammoniumbase in einer Retorte über freiem Feuer erhitzt, so trat unter starkem Aufschäumen vollständige Verflüchtigung ein. Das Destillat von eigenthümlichem, aromatischem Geruch war eine wässerige Flüssigkeit, auf welcher ein gelbes Öl schwamm. Zusatz von Salzsäure zu dem Destillate löste einen Theil dieses Öles; der unlösliche Theil desselben wurde durch einen Scheidetrichter entfernt und die saure wässerige Flüssigkeit der Destillation unterworfen. In den ersten Antheilen, welche übergingen, konnten reichliche Mengen von Methylalkohol nachgewiesen werden.

Dimethyloxyconiin. Auf Zusatz eines Alkalis zu der sauren wässerigen Flüssigkeit schied sich eine ölige Base ab, welche mit dem Scheidetrichter abgehoben wurde. Zur Entwässerung wurde die Base mit Kalihydrat zum Sieden erhitzt; Natrium liess sich für diesen Zweck nicht anwenden, weil es sich in der Base unter Wasserstoffentwicklung und Bildung einer krystallinischen Verbindung auflöst, welche sich beim Erhitzen unter Ausscheidung von Kohle zerlegt. Auf Zusatz von Wasser zu dieser Verbindung wird die Base regenerirt[2]. Mit Kalihydrat entwässert und von Neuem destillirt stellt die Base ein farblos-durchsichtiges Liquidum von eigenthümlichem Geruch dar, welches in Wasser nur spärlich löslich ist, demselben aber eine stark alkalische Reaction ertheilt. Der Siedepunkt der Base liegt bei 225—226°. Sie bildet sehr lösliche, nicht leicht krystallisirbare Salze, auch das Platindoppelsalz ist sehr löslich; dagegen bildet die Base ein schwer lösliches *Golddoppelsalz*, welches sich zunächst ölig ausscheidet, aber schon nach wenigen Augenblicken krystallinisch erstarrt. Die Zusammensetzung der Base, welche sich als ein *dimethylirtes Oxyconiin* erwies, wurde durch die Verbrennung festgestellt.

[1] Hofmann, Monatsberichte, 1881, 288 u. 363.

[2] Es verdient bemerkt zu werden, dass das Conydrin zum Natrium ein ganz ähnliches Verhalten zeigt.

Die Formel

$$C_{10}H_{21}NO = C_8H_{15}(CH_3)_2NO$$

verlangt:

	Theorie.		Versuch.
C_{10}	120	70.17	69.63
H_{21}	21	12.28	12.05
N	14	8.19	—
O	16	9.36	—
	171	100.00	

Ferner gab das oben erwähnte Goldsalz, *in vacuo* getrocknet, 38.46 und 38.54 Procent Gold. Die Formel

$$C_{10}H_{21}NO.HCl.AuCl_3$$

erheischt 38.55 Procent Gold.

Der Formel nach lässt sich die methylirte Base als ein Dimethylconydrin

$$C_8H_{17}.NO$$
$$C_8H_{15}(CH_3)_2NO$$

betrachten. Die angedeutete Beziehung ist aber bis jetzt in keinerlei Weise durch Versuche nachgewiesen; der Siedepunkt eines dimethylirten Conydrins würde wohl höher liegen.

In der einen der bei der Einwirkung der Wärme auf die Ammoniumbase sich abspielenden Reactionen entsteht demnach Dimethyloxyconiin und Methylalkohol,

$$C_8H_{15}(CH_3)_2NOCH_3OH = C_8H_{15}(CH_3)_2NO + CH_3OH, \qquad (I)$$

und man durfte erwarten, dass sich in der anderen neben einer sauerstoffhaltigen Materie $C_8H_{14}O$ Trimethylamin erzeugen würde nach der Gleichung

$$C_8H_{15}(CH_3)_2NOCH_3OH = C_8H_{14}O + H_2O + (CH_3)_3N, \qquad (II).$$

Was zunächst das Trimethylamin angeht, so war seine Gegenwart in der alkalischen Lösung, von welcher das Dimethyloxyconiin abgehoben worden war, schon durch den Geruch ganz unverkennbar angedeutet. Als diese Flüssigkeit bei gelinder Wärme destillirt wurde, gingen in der That reichliche Mengen von Trimethylamin über. Zum Überflusse wurde das in schönen Octaëdern krystallisirende Platinsalz der Analyse unterworfen. Es wurden 36.97 Procent Platin gefunden; die Theorie verlangt 37.17.

Nicht ganz so glücklich bin ich bei dem Versuche gewesen, die sauerstoffhaltige Substanz zu charakterisiren. Diese Substanz war bei der Behandlung der Destillationsproducte der Ammoniumbase mit Salz-

säure als unlösliche Flüssigkeit zurückgeblieben. Mit Wasser, in dem sie unlöslich ist, von der anhängenden Salzsäure befreit und zur Entwässerung über Ätzbaryt destillirt, stellte diese Substanz eine farblos durchsichtige, ölige Flüssigkeit dar, welche leichter als Wasser ist und constant bei 165—166° siedet. Bemerkenswerth ist der durchdringende Geruch der Verbindung, welcher an den des Pfeffermünzöls erinnert. Die Analyse zeigt, dass der hier vorliegende Körper sauerstoffhaltig ist; auch weisen die gefundenen Werthe unzweideutig auf den in der obigen Gleichung (II) verzeichneten Körper hin; indessen wurde in der Analyse ein nicht ganz unerheblicher Verlust an Kohlenstoff erlitten.

Folgendes sind die für die Formel

$$C_8H_{14}O$$

berechneten und gefundenen Werthe:

	Theorie		Versuch
C_8	96	76.19	75.52
H_{14}	14	11.11	11.12
O	16	12.70	—
	126	100.00	

Dieser Körper liegt schon ziemlich weit ab von dem Ausgangspunkte der Untersuchung, dem Coniin. Es ist fraglich, ob Zeit und Kraft ausreichen wird, die lange Reihe von Operationen nochmals auszuführen, um die Natur dieser Materie, welche in mehr als einer Beziehung Interesse bietet, zu enthüllen. Der Formel nach erscheint der Körper als ein Homologon des Propargylalkohols oder des Borneols; ich bin aber weit davon entfernt, irgend welche Beziehung desselben zu einer der genannten Materien behaupten zu wollen. Indem ich ungern von der sauerstoffhaltigen Verbindung Abschied nehme, will ich nur noch bemerken, dass sich Natrium unter Wasserstoffentwickelung in derselben auflöst, und dass sie bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat eine Säure liefert, welche sich auf Zusatz von Schwefelsäure zu dem gebildeten Kalisalze als ölige Flüssigkeit ausscheidet und auffallend den Geruch der Valeriansäure oder Capronsäure zeigt.

Weitere Umbildungsproducte des Coniins unter dem Einflusse des Broms in alkalischer Lösung.

Tribromoxyconiin. In dem vorstehenden der Beschreibung meiner Versuche über die Umwandlung des Coniins in Coniceïn gewidmeten Abschnitte ist bereits mehrfach (vergl. S. 1233 und S. 1234) einer schön krystallisirten bromreichen Verbindung gedacht worden, welche sich

bei der Analyse als das Bromhydrat eines tribromirten Oxyconiins ausgewiesen hat. Sie bildet sich jedesmal als Nebenproduct bei der Darstellung des γ-Coniceïns nach dem oben angegebenen Verfahren. Sie wird Hauptproduct, wenn man den Process genau so leitet, wie dort angegeben ist, nur mit dem Unterschiede, dass man das Brom in grösserer Menge in Anwendung bringt. Gute Ausbeute — in der Regel übersteigt das Gewicht der gewonnenen Bromverbindung dasjenige des angewendeten Coniins — erhält man, wenn man zu 1 Mol. salzsaurem oder bromwasserstoffsaurem Coniin nicht weniger als 3 Mol. Brom hinzufügt. In diesem Falle ist die auf Zusatz von 2 Mol. Alkali zunächst sich bildende ölige Verbindung wahrscheinlich nach der Formel

$$C_8H_{16}NBr \,.\, 2\,BrBr$$

zusammengesetzt. Man wird also 1 Gew. Th. Coniin in Salzsäure lösen, die Flüssigkeit mit etwa 4 Gew. Th. Brom versetzen und eine Lösung von 0.66 Gew. Th. Natronhydrat hinzufügen. Für das Gelingen der Operation ist es wünschenswerth, mit möglichst verdünnten Lösungen zu arbeiten. Man bringt zweckmässig eine fünfprocentige Natronlösung in Anwendung. Erwärmt man die verdünnte alkalische Flüssigkeit auf dem Wasserbade unter starkem Umschütteln, bis sich das Öl aufgelöst hat — was in der Regel eine halbe Stunde in Anspruch nimmt —, so erstarrt die allmählich sauer gewordene Lösung beim Erkalten zu einer verfilzten Masse von Nadeln, welchen gewöhnlich kleine Mengen eines aromatischen, gelbgefärbten Öles anhaften. Durch Behandlung mit Äther lässt sich dieses Öl mit Leichtigkeit entfernen. Werden die mit Äther behandelten Krystalle noch mit Wasser gewaschen, um unorganische Bromide zu entfernen, so hat man es alsbald mit einer reinen Substanz zu thun. Die Krystalle sind sehr schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser löslich. Sie lassen sich aus Wasser umkrystallisiren. Die wässerige Lösung, ursprünglich neutral, nimmt jedoch bei längerem Kochen eine saure Reaction an.

Zur Analyse wurde die nicht umkrystallisirte Substanz verwendet, welche man für diesen Zweck *in vacuo* getrocknet hatte. Die Brombestimmung wurde nach der Methode von Carius ausgeführt. Die Formel

$$C_8H_{15}Br_4ON = C_8H_{14}Br_3ON \,.\, HBr$$

erheischt folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.				
C_8	96	20.84	21.00	20.40	—	—	—
H_{15}	15	3.26	3.42	3.41	—	—	—
Br_4	320	69.41	—	—	69.41	69.32	69.40
O	16	3.47	—	—	—	—	—
N	14	3.04	—	—	—	—	—
	461	100.00					

Die vorstehenden Versuchszahlen lassen die Krystalle als das bromwasserstoffsaure Salz eines tribromirten Oxyconiins erscheinen, dessen Bildung nach der Gleichung

$$C_8H_{17}N + 4BrBr + H_2O = C_8H_{14}Br_3NO.HBr + 4HBr$$

erfolgen würde. In dieser Gleichung figuriren 4 Mol. Brom auf 1 Mol. Coniin, und es braucht wohl nicht gesagt zu werden, dass Versuche, die beiden Substanzen in dem angegebenen Verhältnisse auf einander wirken zu lassen, des Öfteren gemacht worden sind. Die Ausbeuten wurden aber auf diese Weise keineswegs erhöht, sondern eher vermindert, und man fand es rathsam, bei der Darstellung immer wieder auf die oben angeführten Verhältnisse (3 Mol. Brom auf 1 Mol. Coniin) zurückzugehen. Der Versuch hat nämlich gezeigt, dass sich bei einer Steigerung des Broms über das letztgenannte Verhältniss hinaus stets bromreiche flüssige Verbindungen erzeugen, welche die Reindarstellung der Krystalle wesentlich erschweren. Es verdient bemerkt zu werden, dass die Mutterlauge der Krystalle stets erhebliche Mengen von γ-Coniceïn, dessen Bildung nur 1 Mol. Brom erheischt, und selbst eine gewisse Menge unangegriffenen Coniins enthält. Man wird es in der That nicht unterlassen, diese Mutterlauge mit Alkali zu destilliren und die Mischung der beiden Basen nach dem oben angegebenen Verfahren mit Zinnchlorid (vergl. S. 1237) auf Coniin und γ-Coniceïn zu verarbeiten. Jedenfalls zeigt das gleichzeitige Auftreten von γ-Coniceïn und unangegriffenem Coniin in der Mutterlauge des Bromhydrats des Tribromoxyconiins, dass, obwohl in dem Processe nur 3 Mol. Brom auf 1 Mol. Coniin in Anwendung kommen, für den in die Tribrombase umgewandelten Theil des Coniins die erforderliche Menge Brom reichlich vorhanden ist.

Für die oben gegebene Formel sind weitere Anhaltspunkte durch die Analyse des *Platin-* und *Goldsalzes* gewonnen worden.

Behandelt man die Lösung des Bromhydrats mit Silberchlorid, so wird 1 At. Brom gegen Chlor ausgetauscht, indem sich das Chlorhydrat des Tribromoxyconiins bildet. Dieses ist in Wasser löslicher als das Bromhydrat, zeigt aber im Übrigen ähnliche Eigenschaften.

Die Lösung des Chlorhydrats liefert mit Platinchlorid einen hellgelben, schwach krystallinischen Niederschlag, welcher in Wasser nahezu unlöslich ist. Die Verbindung

$$2[C_8H_{14}Br_3NO.HCl]PtCl_4$$

enthält 16.80 Procent Platin; in dem bei 100° getrockneten Salze wurden 17.10 Procent gefunden.

Auf Zusatz von Goldchlorid zu dem Chlorhydrat scheidet sich das Goldsalz zunächst als Öl aus, welches aber bald zu Krystallen

erstarrt. In dem bei 100° getrockneten Salze wurden 26.99 und 27.28 Procent Gold gefunden. Die Verbindung

$$C_8H_{14}Br_3NO.HCl.AuCl_3$$

enthält 27.36 Procent.

Aus dem krystallisirten Bromhydrat lässt sich die Base durch Natriumcarbonat in Freiheit setzen und dann in Äther aufnehmen. Beim Verdunsten des Äthers bleibt das tribromirte Oxyconiin als ein schweres Öl von durchdringendem Geruch zurück.

Auf Zusatz von Bromwasserstoffsäure zu diesem Öle entsteht alsbald wieder das Salz, aus dem die Base abgeschieden wurde. Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure verwandeln die Base in die entsprechenden Salze, welche sämmtlich gut krystallisirt sind und sich durch ihre Schwerlöslichkeit auszeichnen. Besonders schwerlöslich ist das Nitrat. Es entsteht schon, wenn man die Lösung des Bromhydrats mit Salpetersäure versetzt. Versucht man das austauschbare Bromatom in dem Bromhydrat durch Zusatz von Silbernitrat zu bestimmen, so erhält man neben Silberbromid einen krystallinischen Niederschlag des Nitrats der Base.

Das tribromirte Oxyconiin ist im freien Zustande von nur ephemerer Existenz. Schon nach wenigen Augenblicken trübt sich das nach dem Abdunsten des Aethers zunächst klare Öl durch Ausscheidung von Krystallen, welche nichts anderes sind als das ursprüngliche Bromhydrat; es ist gleichzeitig eine Base entstanden, welche 1 Mol. Bromwasserstoffsäure weniger enthält, auf welche ich sogleich weiter unten zurückkommen werde.

Noch war es von Interesse, die Reductionsproducte der tribromirten Oxybase zu studiren.

Die gebromte Base lässt sich in der That als ein Derivat des Conydrins betrachten

Conydrin . . . . $C_8H_{17}NO$
Bromirte Oxybase . . . $C_8H_{14}Br_3NO$,

und es schien die Möglichkeit gegeben, durch einen Reductionsprocess von diesem Körper, mithin auch von dem Coniin, zum Conydrin zu gelangen. Diese Hoffnung ist indess nicht in Erfüllung gegangen. Unter den Reductionsproducten ist mit Sorgfalt nach Conydrin gespäht worden; es wurde nicht gefunden.

Übergiesst man das krystallisirte Bromhydrat mit Salzsäure, so geräth die Flüssigkeit auf Zusatz von Zinn in's Sieden. Nach kurzer Frist ist der Process zu Ende. Wird das Reductionsproduct mit Alkali destillirt, so gehen flüchtige Basen über, die wesentlich aus γ-Coniceïn bestehen. Es wird aber auch stets eine nicht ganz unerhebliche Menge

von Coniin zurückgebildet. Bei der Siedepunktsbestimmung destillirten die Basen zwischen 168 und 173°; jenseits 300° ging noch eine kleine Menge basischen Öles über, welches indessen keine krystallisirbaren Salze mehr gab. Die zwischen 168 und 173° destillirende Base wurde in ein salzsaures Salz verwandelt. Es entstand das unschwer erkenntliche, zerfliessliche, salzsaure γ-Coniceïn, in welchem sich luftbeständige Nadeln von Coniinchlorhydrat längere Zeit unverändert erhielten. Das γ-Coniceïn wurde überdies noch durch Darstellung des charakteristischen Zinndoppelsalzes (vergl. S. 1237) identificirt. Bei der Analyse wurden in diesem Salze 20.45 Procent Zinn gefunden; die Theorie verlangt 20.24.

Aus dem Gesagten erhellt, dass sich das γ-Coniceïn als Übergangsproduct zwischen dem Coniin und dem tribromirten Oxyconiin betrachten lässt. In der That geht auch das γ-Coniceïn, mit Brom und Alkali behandelt, leicht in das Bromhydrat des tribromirten Oxyconiins über.

Es verdient hier daran erinnert zu werden, dass auch das α-Coniceïn bei der Behandlung mit Brom und Alkali in eine krystallisirte Bromverbindung übergeht (vergl. S. 1214). Dieselbe ist, wie loc. cit. bemerkt ist, nicht analysirt worden. Sie unterscheidet sich aber durch ihre Eigenschaften wesentlich von dem aus dem γ-Coniceïn erhaltenen.

Dibromoxyconiceïn. Schon oben (vergl. S. 1246) ist der eigenthümlichen Umsetzung gedacht worden, welche das tribromirte Oxyconiin bald nach seiner Abscheidung erleidet. Die Hälfte der freien Base wird auf Kosten der anderen Hälfte in das Bromhydrat zurückverwandelt, indem letztere in eine bromwasserstoffärmere Base übergeht, welche sich von einem Oxyconiceïn ableitet

$$2\,C_8H_{14}Br_3NO = C_8H_{14}Br_3NO.HBr + C_8H_{13}Br_2NO.$$

Man erhält diese Base leicht in grösserer Menge, wenn man das Bromhydrat der Tribrombase kurze Zeit mit Natronlauge und Äther schüttelt. Die bromwasserstoffärmere Base geht in den Äther über und bleibt nach dem Verdunsten desselben als ein schweres Öl zurück, welches nicht mehr den durchdringenden Geruch der tribromirten Verbindung besitzt, sondern mehr nach Coniin riecht. Von der tribromirten unterscheidet sich die neue Base alsbald dadurch, dass sie auf Zusatz von Salzsäure kein krystallinisches Salz mehr bildet. Etwas stabiler als die tribromirte Base erleidet die dibromirte gleichwohl ebenfalls nachgrade eine Umsetzung, indem sich bromwasserstoffsaure Salze bilden. In saurer Lösung dagegen hält sie sich unverändert. Da sich einfache Salze im krystallisirten Zustande nicht erhalten

liessen, wurde das schwerlösliche *Platinsalz* der Base zur Analyse benutzt. Das *in vacuo* getrocknete Salz hat die Zusammensetzung

$$2[C_8H_{13}Br_2NO.HCl]PtCl_4.$$

	Theorie.		Versuch.				
C_{16}	192	19.00	18.63	18,79	—	—	—
H_{28}	28	2.78	3.22	3.12	—	—	—
Br_4	320	31.68	—	—	—	—	—
N_2	28	2.78	—	—	—	—	—
O_2	32	3.17	—	—	—	—	—
Pt	197	19.50	—	—	19.46	19.38	19.21
Cl_6	213	21.09	—	—	—	—	—
	1010	100.00					

Mit besonderem Interesse habe ich die Reductionsproducte des dibromirten Oxyconiceïns studirt. Im Hinblick auf das, was bei der entsprechenden Behandlung des tribromirten Oxyconiins beobachtet worden war, hätte man neben Coniin und Coniceïn noch eine wasserstoffärmere Base als letztere erwarten dürfen. In Wirklichkeit wird aber in diesem Reductionsprocesse nur das Brom durch Wasserstoff ersetzt, es entsteht eine sauerstoffhaltige Base, das Oxyconiceïn, und es vollzieht sich also bei der Reduction der Dibrombase eine Umbildung, welche der bei der tribromirten Verbindung vergeblich angestrebten analog ist (vergl. S. 1246), d. h. es wird in diesem Processe eine Base erzeugt, welche zu dem Coniceïn in derselben Beziehung steht, wie das Conydrin zum Coniin.

Oxyconiceïn. Bei der Einwirkung von Zinn und Salzsäure auf dibromirtes Oxyconiceïn wiederholen sich die Erscheinungen, welche bei der Reduction des tribromirten Oxyconiins beobachtet wurden. Aus dem mit Alkali übersättigten Reductionsproducte treibt Wasserdampf eine Base über, welche, frei von Brom, nahezu vollständig in dem mit übergegangenen Wasser gelöst ist. Wird das Destillat, welches eine stark alkalische Reaction besitzt, mit Salzsäure gesättigt, so erhält man eine krystallinische Masse, aus welcher die Base durch Alkali in Freiheit gesetzt werden kann. Die auf diese Weise gewonnene farblose Flüssigkeit, deren Geruch dem des Conydrins etwas ähnlich ist, wurde, mit Kalihydrat entwässert, der Destillation unterworfen; sie destillirte zwischen 210 und 220°. Ein kleiner Theil, auf den ich weiter unten zurückkommen werde, verblieb im Siedekolben. (Vergl. S. 1249.)

Die zwischen 210 und 220° siedende Flüssigkeit lieferte, in Salzsäure gelöst, beim Eindampfen ein in farblosen Nadeln krystallisirendes *Chlorhydrat*, dessen Krystallform und Löslichkeitsverhältniss dem

Wasser gegenüber an das salzsaure Coniin erinnern. In Alkohol dagegen ist es weit schwieriger löslich als das Coniinsalz und konnte deshalb auch durch Umkrystallisiren aus diesem Lösungsmittel leicht gereinigt werden.

Die Analyse des bei 100° getrockneten Chlorhydrats führte zu Werthen, welche der Formel

$$C_8H_{15}NO.HCl$$

entsprechen.

	Theorie.		Versuch.				
C_8	96	54.09	54.27	54.52	54.16	—	—
H_{16}	16	9.01	9.09	9.36	9.47	—	—
N	14	7.89	—	—	—	8.17	—
O	16	9.01	—	—	—	—	—
Cl	35.5	20.00	—	—	—	—	20.01
	177.5	100.00					

Das Goldsalz des Oxyconiceïns bildet ziemlich leicht lösliche, derbe Nadeln von der Zusammensetzung

$$C_8H_{15}NO.HCl.AuCl_3.$$

Die Theorie verlangt 40.95 Procent Gold. In dem *in vacuo* getrockneten Salze wurden 40.91 Procent gefunden.

Das Platinsalz ist so löslich, dass es in Krystallen nicht hat erhalten werden können. Dagegen bildet die Base ein schwer lösliches Salz mit Zinnchlorid.

Coniceïdin. Im Vorstehenden wurde bereits erwähnt, dass bei der Destillation des getrockneten Oxyconiceïns ein schwer flüchtiger Rückstand in der Retorte verbleibt, welcher erst jenseits 360° ohne wesentliche Zersetzung destillirt. Die schwer flüchtige Substanz hat noch immer bestimmt ausgesprochene basische Eigenschaften; es mag ihr bis auf weiteres der Name Coniceïdin ertheilt werden. Mit Salzsäure bildet sie kleine tafelförmige Krystalle, welche in Wasser so schwer löslich sind, dass sie sich damit waschen lassen, in Salzsäure dagegen lösen sie sich leicht. Auch in Alkohol ist das Chlorhydrat sehr löslich; aus dieser Lösung kann es durch Äther gefällt werden.

Wie die weiter unten zu erwähnende Analyse dieses schönen salzsauren Salzes gezeigt hat, unterscheidet sich die in ihm enthaltene Base von dem eben beschriebenen Oxyconiceïn durch einen Mindergehalt von 1 Mol. Wasser.

Der Gedanke lag nahe, die sauerstofffreie Base aus dem letztgenannten Körper durch Wasserabspaltung zu gewinnen. Diese Um-

wandlung bietet in der That keine Schwierigkeit. Man braucht nur das Oxyconiceïn vier bis fünf Stunden lang am Rückflusskühler mit alkoholischem Kali zu kochen. Destillirt man nunmehr den grösseren Theil des Alkohols ab, so scheidet sich auf Zusatz von Wasser die sauerstofffreie Base in flüssiger Form ab. Mit dem Scheidetrichter von der alkalischen Flüssigkeit getrennt und mit Salzsäure gesättigt, liefert die Base alsbald das bereits erwähnte, charakteristische *Chlorhydrat.*

Die Analyse dieses bei 100° getrockneten Salzes lieferte Zahlen, welche zu der Formel

$$C_{16}H_{26}N_2 . HCl$$

führen.

	Theorie.		Versuch.		
C_{16}	192	67.96	68.28	67.52	—
H_{27}	27	9.56	9.77	9.73	—
N_2	28	9.92	—	—	—
Cl	35.5	12.56	—	—	12.19
	282.5	100.00			

Die Lösung des salzsauren Salzes liefert mit Platinchlorid ein in sternförmig gruppirten Nadeln krystallisirendes, fast unlösliches Platinsalz. Der Formel

$$C_{16}H_{26}N_2 . 2HCl . PtCl_4$$

entsprechen 29.93 Procent Platin. Gefunden wurden in zwei Praeparaten von ganz verschiedener Darstellung 29.58 und 30.01 Procent Platin.

Die angeführten Analysen dürften über die Zusammensetzung dieses eigenthümlichen Körpers keinen Zweifel lassen. Auffallend bleibt es immer, dass bei Abspaltung des Wassers aus dem Oxyconiceïn zwei der bleibenden Reste zu einem Molecul zusammentreten:

$$2C_8H_{15}NO = C_{16}H_{26}N_2 + 2H_2O.$$

Man hat es hier offenbar mit einer zweisäurigen Base zu thun. Das analysirte Salz ist die Verbindung mit 1 Mol. Salzsäure; dass auch eine Verbindung mit 2 Mol. existirt, ergiebt sich schon aus der Leichtigkeit, mit welcher sich das einsäurige in Salzsäure auflöst. Auch der hohe Siedepunkt spricht unzweideutig für die oben angenommene Molecularformel.

Aus dem schön krystallisirten Chlorhydrat lässt sich die Base mit Natriumcarbonat in Freiheit setzen. Mit Äther aufgenommen, bleibt sie nach dem Verdunsten des Äthers als krystallinische Masse zurück, welche durch Umkrystallisiren aus Alkohol in feinen farblosen Nadeln vom Schmelzpunkte 55—56° erhalten wird. Der Siedepunkt der Base liegt über 300; sie ist aber nicht ohne erhebliche Zersetzung flüchtig.

Bei der Berührung mit Wasser erleidet die Base eine Veränderung; unter Wasseraufnahme werden sauerstoffhaltige Basen gebildet. Eine ähnliche Umbildung wird durch Kochen mit Alkohol bewirkt. Es entsteht eine flüchtige Base, welche sich mit Wasserdampf übertreiben lässt, sich im Wasser aber nicht löst. Mit Salzsäure eingedampft, liefert das Destillat einen intensiv grünen, amorphen Rückstand, der sich in Wasser leicht löst. Auf Zusatz von Eisenchlorid zu dieser Lösung bildet sich ein violetter Farbstoff, welcher in Flocken ausgeschieden wird. Daneben zeigt sich ein farbloser, krystallinischer Körper, der aber nicht mehr gefasst werden konnte. Material und Geduld waren in der That erschöpft, und die Ferien vor der Thüre, als dieser Punkt erreicht war.

Es sollen daher auch nur noch ganz kurz einige Reactionen des salzsauren Salzes angeführt werden. Die Lösung des Chlorhydrats trübt sich beim Erhitzen mit Wasser; leitet man Wasserdampf in die trübe Flüssigkeit, so geht mit den Dämpfen ein neutrales aromatisches Öl über. Wird die Lösung des Chlorhydrats mit Eisenchlorid versetzt, so färbt sie sich intensiv roth. Das beim Eindampfen bleibende Chlorhydrat schmilzt beim Erhitzen unter Entwickelung eines eigenthümlichen aromatischen Geruchs, der an den des Xylidins und Cumidins erinnert. Der amorphe Rückstand, in Wasser gelöst, liefert mit Eisenchlorid eine intensiv blaue Färbung; Platinchlorid und Goldchlorid veranlassen ähnliche Erscheinungen.

Noch mag schliesslich hervorgehoben werden, dass die beschriebene zweisäurige Base der Formel nach ein Homologon des Nicotins ist.

Nicotin .... $C_{10}H_{14}N_2$.
Neue Base........ $C_{16}H_{26}N_2$.

Hier sind, wie man sieht, mehrfache Ausgangspunkte für neue Untersuchungen gegeben.

In den vorhergehenden Abschnitten sind die Versuche, welche ich über die Spaltung des Conydrins einerseits und über die Einwirkung des Broms auf das Coniin andererseits angestellt habe, eingehend beschrieben.

Es empfiehlt sich hier nochmals kurz auf die Ergebnisse dieser Versuche näher zurückzukommen.

Durch die Überführung des Coniins in das Conyrin, eine unzweifelhafte Pyridinbase, und die Zurückverwandlung derselben in Coniin, über welche ich der Akademie an einer anderen Stelle Mittheilung gemacht habe,[1] hatte die schon von Wischnegradski[2] und später

[1] Hofmann, Sitzungsberichte 1884. S. 313 u. 327.
[2] Vergl. Krakau, Ber. chem. Ges. XIII 2316.

von Königs[1] ausgesprochene Vermuthung, dass das Coniin ein Pyridinabkömmling sei, eine thatsächliche Grundlage gewonnen, und es war überdies, durch den Abbau des Conyrins zu Picolinsäure, die Stellung der Propylgruppe zu dem Stickstoff unzweifelhaft geworden. Vergleicht man aber die Formeln des Conyrins und Coniins, indem man gleichzeitig die Reactionen erwägt, durch welche diese beiden Basen in auf- und absteigender Linie in einander übergehen, so lässt es sich nicht verkennen, dass zwischen beiden mehrere Zwischenglieder angedeutet sind:

Coniin			Conyrin
$C_8H_{17}N$	$C_8H_{15}N$	$C_8H_{13}N$	$C_8H_{11}N$.

Über die Mannigfaltigkeit dieser Zwischenglieder erhalten wir am besten Aufschluss, wenn wir die Zusammensetzung der beiden Basen durch graphische Formeln veranschaulichen.

```
        Coniin.                          Conyrin.
          H                                 H
          N                                 N
        /(1)\                            //(1)\
H2C(6)      (2)CH(C3H7)           HC(6)      (2)C(C3H7)
  |            |                    |           ||
H2C(5)      (3)CH2                HC(5)      (3)CH
        \(4)/                           \\(4)/
          C                                 C
          H2                                H
```

Man erkennt unschwer, dass unsern heutigen Auffassungen entsprechend das Zwischenproduct $C_8H_{15}N$ in nicht weniger als sechs verschiedenen Isomeren existiren muss, denn das Wasserstoffmolecul kann entweder bei 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6 oder endlich bei 6 und 1 aus dem Molecul des Coniins austreten. In dem ersten und letzten der genannten Fälle wird die gebildete Base ein tertiäres, in allen übrigen Fällen ein secundäres Amin sein.

Von den sechs Aminen $C_8H_{15}N$, welche die Theorie in Aussicht stellt, sind durch die vorliegenden Untersuchungen drei, und zwar ein tertiäres — das α-Coniceïn — und zwei secundäre — das β-Coniceïn und das γ-Coniceïn — zu unserer Kenntniss gelangt. Möglich, dass die neben dem α- und β-Coniceïn auftretenden Basen, deren Klarlegung bis jetzt noch nicht gelungen ist, eins oder mehrere von den noch fehlenden Gliedern darstellen. An welcher Stelle des Coniins die Wasserstoffmolecule ausgetreten sind, um die drei Coniceïne zu erzeugen, darüber lässt sich vor der Hand keine Ansicht aussprechen. Man wird aber durch weiter fortgesetzte Versuche ohne Zweifel auch diese Frage lösen.

[1] Königs, Ber. chem. Ges. XIV. 1857.

Noch mannichfaltiger ist offenbar die Anzahl von Isomeren, in denen die wasserstoffärmere Base $C_8H_{13}N$ auftreten kann. Es würde kein Interesse bieten, die verschiedenen theoretisch möglichen Fälle näher zu besprechen, da von den zahlreichen Isomerien, die auch hier angedeutet sind, bisher nur eine einzige zu Tage getreten ist, und auch diese, das Coniceïdin, nicht mehr in einfachster Form, sondern in Gestalt einer durch Verschmelzung zweier Molecule entstandenen zweisäurigen Base; ebensowenig kann man bei der unvollkommenen Kenntniss dieser Base schon heute die Frage erörtern wollen, wie etwa und wo diese Verschmelzung zu Stande gekommen sei.

Dagegen verlohnt es sich, noch einen Augenblick bei der Beziehung des Coniins zu dem Conydrin zu verweilen.

Im Hinblick auf das thatsächlich Festgestellte wird man nicht umhin können, das Conydrin als ein hydroxylirtes Coniin aufzufassen. Hierfür spricht die Umwandlung desselben in eine jodirte Base, welche durch Reductionsmittel leicht in Coniin verwandelt wird

Conydrin	$C_8H_{15}(OH)NH$
Jodconiin	$C_8H_{15}\ I\ NH$
Coniin	$C_8H_{15}\ H\ NH$

Auch die Abspaltung von 1 Mol. Wasser spricht für diese Auffassung. Auffallend erscheint allerdings auf den ersten Blick die Unlöslichkeit des Conydrins in Alkalien, allein das Tropin, welches im Übrigen viel Ähnlichkeit mit dem Conydrin zeigt, erweist sich nach den Untersuchungen von KRAUT[1] und LOSSEN[2] ebenfalls als in Alkalien unlöslich, andererseits darf daran erinnert werden, dass sich Natrium in Conydrin unter Entwickelung von Wasserstoff auflöst (vergl. S. 1241, Note). Was die Stellung der Hydroxylgruppe in dem Molecul anlangt, so lässt sich im Augenblick auch nur eine Vermuthung aussprechen. Dafür, dass sich Stickstoff und Hydroxylgruppe in einer der beiden Orthostellungen zu einander verbinden, spricht vielleicht der Umstand, dass die wesentlichen Producte, welche durch Wasserabspaltung entstehen, eine secundäre und eine tertiäre Base sind. Bei Bildung der ersteren würde sich die Hydroxylgruppe mit 1 At. Wasserstoff der benachbarten Kohlenstoffatome, bei Bildung letzterer mit dem noch am Stickstoff vorhandenen Wasserstoff vereinigen. Wäre dem so, so würde, wenn wir das umstehend gegebene Schema festhalten, in den secundären Aminen (β- und γ-Coniceïn) die Wasserstoffabspaltung bei 2 und 3 oder bei 5 und 6, in dem tertiären Amin (α-Coniceïn) bei 1 und 2 oder bei 1 und 6 erfolgen.

[1] KRAUT, LIEB. Ann. CVIII, 280.
[2] LOSSEN, LIEB. Ann. CXXXI, 43.

Wenn wir aber das Conydrin als eine Hydroxylverbindung auffassen, so wird man dieselbe Annahme auch für die sauerstoffhaltigen Basen gelten lassen, welche theilweise bromhaltig, theilweise bromfrei, bei der Einwirkung von Brom in alkalischer Lösung auf das Coniin entstehen. In diesen scheint jedoch die Hydroxylgruppe an einer anderen Stelle zu haften. Wenigstens habe ich mich bisher vergeblich bemüht, aus denselben wieder Conydrin zu erzeugen (vergl. S. 1246).

Man erkennt unschwer, dass die vorliegende Arbeit mehr neue Fragen aufwirft, als sie Antworten auf alte gebracht hat. Ich kann nicht wissen, ob es vergönnt sein wird, diese Untersuchung zu Ende zu führen. Einige Fragen liegen jedoch so nahe, dass ich, sobald ich mich wieder im Besitze einer grösseren Menge von Conydrin befinde, zu ihrer Lösung weitere Versuche anstellen werde.

Die auf den vorstehenden Blättern beschriebenen Versuche haben längere Zeit in Anspruch genommen, denn sie sind, obwohl mir Hr. Wilhelm Merck die ganze Menge des in der Coniinfabrication als Nebenproduct auftretenden Conydrins zur Verfügung gestellt hatte, gleichwohl, weil das Material ausgegangen war, mehrfach unterbrochen worden. Bei Ausführung der Versuche habe ich mich der ebenso unermüdlichen wie einsichtsvollen Hülfe des Hrn. Dr. Franz Mylius zu erfreuen gehabt, für welche ich ihm, wie für seine Mitwirkung bei so mancher anderen Arbeit, zu aufrichtigem Danke verpflichtet bin. Seit Übersiedelung des Hrn. Mylius nach Freiburg ist Hr. Paul Ehestädt an seine Stelle getreten. Auch ihm möchte ich schliesslich für seine thatkräftige und sachkundige Unterstützung bis zur Vollendung der Arbeit meinen besten Dank aussprechen.

Anhang.

Kaffeesäure im Schierling.

Angesichts der unverkennbaren Ähnlichkeit in der Zusammensetzung und auch im chemischen Verhalten, welche die Forschung zwischen dem Conydrin und dem Tropin nachgewiesen hat, warf sich die Frage auf, ob nicht ersteres, gerade so wie letzteres, im Organismus der Pflanze mit einer Säure verbunden vorkomme. Es war zu untersuchen, ob im Schierling eine dem Atropin der Tollkirsche entsprechende Verbindung vorhanden sei, welche mit den Elementen des Wassers auf der einen Seite Conydrin, auf der anderen Seite eine Säure liefert, gerade wie das Atropin unter ähnlichen Bedingungen in Tropin und Tropasäure übergeht.

Im Sinne dieser Betrachtung habe ich Hrn. WILH. MERCK gebeten, nach einer solchen Materie in den Laugen zu fahnden, aus welchen in seinen Werkstätten Coniin und Conydrin gewonnen werden.

Dieser Bitte hat Hr. MERCK mit einer Bereitwilligkeit, für die ich ihm nicht dankbar genug sein kann, entsprochen. Schon nach wenigen Wochen erhielt ich von ihm einen noch stark gefärbten und mit harzigen Substanzen vermischten krystallinischen Körper von sauren Eigenschaften. Derselbe war auf die Weise gewonnen worden, dass man nach dem Übertreiben des Coniins und Conydrins die alkalischen Laugen mit Säure übersättigt und mit Äther behandelt hatte. Aus der ätherischen Lösung hatte sich beim Verdunsten der Körper ausgeschieden.

Die Säure liess sich durch mehrfaches Umkrystallisiren aus heissem Wasser, schliesslich unter Zusatz von etwas Thierkohle, leicht reinigen. Auf diese Weise wurden Blättchen von gelblicher Farbe erhalten, welche in der Nähe von 213° unter Bräunung und beginnender Zersetzung schmolzen. Die Säure löst sich leicht in Wasser und Alkohol; diese Lösungen nehmen, mit Eisenchlorid versetzt, eine grasgrüne Färbung an, welche auf Zusatz von etwas Natriumcarbonat in rothviolett umschlägt. Die Lösungen der Säure in Alkalien besitzen eine gelbe Farbe; mit den Alkalien geschmolzen liefert die Säure zunächst Protocatechusäure und dann Brenzcatechin.

Diese Eigenschaften charakterisiren die aus dem Schierling gewonnene Säure als Kaffeesäure,

$$C_6H_3(CH = CH - COOH)(OH)_2 = C_9H_8O_4,$$

welche zuerst von HLASIWETZ[1] als Zersetzungsproduct der Kaffeegerbsäure beobachtet, später von TIEMANN und NAGAI[2] aus dem Aldehyd der Protocatechusäure dargestellt worden ist.

Die Identität ist überdies durch die Analyse festgestellt worden.

	Theorie.		Versuch.	
C_9	108	60.00	59.65	59.58
H_8	8	4.45	4.84	4.78
O_4	64	35.55	—	—
	180	100.00.		

[1] HLASIWETZ, LIEB. Ann. CXLII, 358.

[2] TIEMANN und NAGAI, Berichte der chem. Ges. XI, 657.

Ausgegeben am 29. December.

1884.
LIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

18. December. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Conze las: Die pergamenische Bibliothek. Die Mittheilung folgt umstehend.



Die pergamenische Bibliothek.

Von Alexander Conze.

Der Tempel der Athena Polias zu Pergamon wurde in der Königszeit, vielleicht in Erneuerung einer älteren Anlage, mit einem geräumigen freien Platze und dieser nach Osten und Norden mit einer Säulenhalle von zwei Geschossen umgeben. Die nördliche Halle ist doppelt so tief als die östliche, daher auch mit einer zweiten inneren Säulenreihe versehen. Während in der östlichen Halle der Haupteingang zum Tempelhofe lag, befanden sich hinter der nördlichen eine Reihe von Gemächern, theils auf der östlichen Hälfte auf dem hier hinter der Halle höher ansteigenden Terrain gelegen und durch Thüren in der Rückwand der Halle von deren oberem Geschosse aus zugänglich, theils weiter nach Westen hin, wo das Terrain sich senkt, im Niveau des Untergeschosses und nicht unmittelbar von der Halle aus zugänglich. Der Gemächer hinter dem Obergeschosse sind vier, in regelmässiger Anordnung, in einer gesammten Frontlänge von über 40^m; die niedriger gelegenen im Westen sind unregelmässiger im Grundrisse; die zwei vorderen sind sichtlich älteren, Privatwohnräumen gleichenden, vorgebaut, welche letztere sich auch hinter den Obergemächern hinaufziehen. An dieser Stelle ist die Ausgrabung noch nicht weiter geführt.

Alle diese hinter der nördlichen Halle gelegenen Gemächer sind bereits auf dem Grundrisse zu Bohn's Abhandlung über den Tempel der Athena Polias (Abh. der K. Ak. 7. Juli 1881) und ebenso auf Humann's Plane des oberen Theiles der Akropolis und auf Bohn's Situationsplane des Athenaheiligthums (Jahrb. der K. Preuss. Kunsts. III. 1882, Taf. I. II.) angegeben und am letzten Orte (S. 76 f.) von Bohn kurz beschrieben. Mit voller Genauigkeit bringt sie Bohn im zweiten Bande der Alterthümer von Pergamon zur Darstellung, auf Taf. III im Zusammenhange mit dem gesammten Grundrisse des Heiligthums, auf Taf. XXXIV das östlichste Gemach mit dem vor ihm liegenden Theile der Säulenhalle im Grundrisse und reconstruirtem Durchschnitte, auf Taf. XXXVI die im Westen niedriger gelegenen Räume im Grundrisse.

Von den vier höher gelegenen Gemächern ist das am östlichen Ende das grösseste, 13.50^{m} im Lichten breit, 15.75^{m} tief. Längs seiner West-, Nord- und Ostwand läuft ein bankartiges Mauerwerk, welches sich inmitten der Nordseite zu einer Basis verbreitert, welche, wie Bohn constatirt hat (Jahrb. a. a. O.), die kolossale Athenastatue trug, dessen Torso gegenwärtig am Ende des pergamenischen Saales im Königlichen Museum steht. Die Statue, an Grösse und künstlerischem Charakter etwa der Minerva Medici in der École des beaux-arts zu Paris (Mon. dell' inst. III, 13) entsprechend, ist eine freie Wiederholung der Athena Parthenos des Phidias und, wie an diesem ihrem Vorbilde, ist die Plinthe mit einer Reliefdarstellung geschmückt (Jahrb. a. a. O. S. 89).

Die aus Trachytquadern aufgeführten Wände des Gemaches sind theilweise noch in solcher Höhe erhalten, dass sie sogar vor der Ausgrabung aus der Verschüttung ein wenig hervorragten (Alterthümer von Pergamon II, Taf. XXXV). Im Innern an der Nordwand, 0.95^{m} über dem Fussboden, hat Bohn zwei Schlitzlöcher bemerkt, 0.080^{m} lang, 0.012^{m} hoch und 0.060^{m} tief, darüber eine zweite Reihe solcher Schlitzlöcher, welche letztere auch an der Ostwand herumgeführt sind; die Löcher dieser zweiten Reihe messen 0.060^{m} im Quadrat und sind 0.14^{m} tief. Sie können, schloss Bohn, wohl nur zur Aufnahme von Haken bestimmt gewesen sein, welche Etwas stützen sollten, etwa an den Wänden herumlaufende Bordbretter.

Solche Spuren von Bordbrettern in Innenräumen antiker Gebäude sind nichts Seltenes. Beispielsweise finden sie sich auch in den Gemächern hinter der Attalosstoa in Athen, dort gewiss um Bordbretter zur Auslage von Handelsartikeln zu tragen (Bohn in Z. f. Bauwesen 1882, S. 402); denn die Halle wird nicht bloss zum Spazierengehen der Athenienser gebaut sein, sondern für den pergamenischen Handel, vielleicht geradezu den königlichen (vergl. Manso im Anhange zum Leben Konstantin's, S. 425), also eine Bestimmung gehabt haben, wie etwa die Fondachi auswärtiger Handelsmächte in Venedig.

Das stattliche Gemach im Nordosten der pergamenischen Halle diente demnach als eine *ἀποθήκη* irgend welcher Art; die colossale Athenastatue, welche dem aus dem Obergeschosse der Halle Eintretenden gerade gegenüber die Mitte der Rückwand dominirend einnahm, passt aber zu keiner andern *ἀποθήκη* so gut, wie zu einer *ἀποθήκη βιβλίων*, dieses bekanntlich ein geläufiger Ausdruck für eine Bibliothek (z. B. Dio Cass. LIII, 1 und sonst mehrfach). Namentlich eine, so lange über antike Bibliotheken geschrieben ist, oft angeführte Stelle Juvenals (Sat. III, 219) beweist, wie geläufig ein solcher Schmuck nicht nur nach moderner Vorstellung für eine Bibliothek war: *hic*

libros dabit et forulos mediamque Minervam. Dass eine Athenastatue in dem pergamenischen Raume, weil er zum Ganzen eines Athenaheiligthums gehört, auch ohne eine solche Beziehung am Platze scheinen könnte, nimmt dieser Combination ihre Kraft nicht, zumal wenn sie weitere Bestätigung findet.

Wandlöcher, wie sie das grösseste der Gemächer hinter der pergamenischen Nordstoa als Spuren verschwundener Holzgestelle noch erhalten zeigt, sind in den westwärts sich anreihenden drei Gemächern nicht vorhanden, auch nicht in den weiterhin im Niveau des Untergeschosses liegenden, deren Wände allerdings auch sehr tief herab zerstört sind. Aber hier innerhalb des einen der beiden letztgenannten οἰκήματα sind die beiden Statuen gefunden, welche gegenwärtig im Königlichen Museum rechts und links von der kolossalen Athena aufgestellt sind. Von der einen ist schon in unserem vorläufigen Berichte (Jahrb. a. a. O. S. 89) gesagt, dass sie unverkennbar nach einem älteren attischen Vorbilde gearbeitet sei; dass auch die andere, wiederum eine Athena, Copie eines älteren griechischen Originals ist, haben wir in der kleinen Beschreibung der pergamenischen Bildwerke (6. Aufl., 1883, S. 16) ausgesprochen. Es ist für Niemand mehr zweifelhaft, seitdem der mit grosser Wahrscheinlichkeit als zugehörig erkannte Kopf wieder mit der Figur vereinigt ist.

Der Fund dieser, ebenso wie die kolossale Athenastatue, sehr abweichend von der lebenden pergamenischen Kunstweise, auf ältere Vorbilder zurückgehenden Statuen tritt als ein verstärkendes Moment zu jener Combination, nach welcher wir die Ruinen einer Bibliothek vor uns hätten, hinzu. Es weht auch in diesen Kunstwerken gelehrte Luft; dass dergleichen grade in Verbindung mit Bibliotheken in hellenistisch-römischer Zeit zur Aufstellung gelangten, ist bekannt.

Ferner müssen wir uns des Umstandes erinnern, dass im Bereiche des Athenaheiligthums vier Inschriftsteine gefunden sind, welche in einer Beziehung zu den litterarischen Studien am pergamenischen Hofe stehen (Jahrb. III, 1882, S. 86 f.). Sie rühren den Schriftzügen nach aus der Königszeit her, gehörten alle mehr oder weniger unverkennbar zu Bildnissen, drei mit einfacher Namensinschrift des Alkaios, des Herodot und des Timotheos von Milet, die vierte mit einer zwanzigzeiligen metrischen Inschrift auf Homer.[1] Die letztere steht auf einem Kalksteinblocke ohne alle Gliederung oder Spuren von Verbindung mit

[1] Die HH. Puchstein und Wolters haben die Inschrift erst kürzlich ziemlich ganz entziffert. In drei Gedichten wird in eintöniger Wiederholung die Geschichte vom Streit der Städte um die Geburt Homers behandelt; der poetische Werth ist ebenso gering, wie der Gewinn, der sich aus dem Inhalte sonst ergeben dürfte. Es erschien deshalb nicht nothwendig einen Abdruck zu beeilen.

anderen Werkstücken. Der Block war einmal auch zu anderem Zwecke benutzt, wie die Einsatzspuren einer Bronzestatue auf der nach Maassgabe der Inschrift unteren Seite zeigen. Seine Fundlage beweist, dass er wenigstens bei der letzten Benutzung nicht im Tempelhofe oder dem unteren Geschosse der Halle, auch schwerlich in dem frühzeitig zusammgestürzten Obergeschosse der Halle, sondern in dessen Höhe auf festem Boden, also sehr möglicherweise in einem der oberen Gemächer, stand; denn er lag schon vor der Ausgrabung sichtbar an der Oberfläche des Verschüttungsbodens, und zwar vor dem grössesten jener Gemächer, demselben, in welchem die kolossale Athenastatue ihren Platz hatte. Die drei anderen Inschriftsteine haben sich, jedesfalls von ihrem ursprünglichen Standorte verschleppt, zwei in dem späten Gemäuer auf der Südseite des Athenaheiligthums, einer im Steinschutt in einem gewölbten Gemache daselbst, vorgefunden. Am Südabhange unterhalb des Athenaheiligthums sind auch merkwürdige Reste von Deckplatten mit Einsätzen für Bronzestatuetten gefunden. Jeder der Statuetten entspricht eine Namensunterschrift, von denen zwei, *Πανταλέοντος* und Σ|*ικυωνίου*, bekannte Comödientitel sind, was glaube ich zuerst Hr. Schöne bemerkte (Inv. III., 52. 53). Auch diese Stücke gehören den Schriftzügen nach der Königszeit an.

Sobald wir eine Bibliothek im Fundbereiche dieser Steine und namentlich in dem der Homersinschrift nachweisen können, erklärt sich das Vorkommen derselben wiederum am allerbesten und dient damit rückwirkend auch zur Bestätigung einer solchen Nachweisung.

Führte die Combination einzelner Fundthatsachen auf die Annahme, dass die Räume hinter der Nordhalle des pergamenischen Athenaheiligthums, ganz besonders aber der nordöstlich daselbst belegene *οἶκος*, zur Aufstellung einer Bibliothek gedient haben, so muss diese Annahme auf ihre allgemeine Wahrscheinlichkeit in grösserem Zusammenhange geprüft werden. Mit anderen Worten: es muss die Frage aufgeworfen werden, ob ein antikes Bibliotheksgebäude so aussah, wie diese Räume. Modernen Begriffen von einer Bibliothek entsprechen sie ja eben nicht.

Dass Bibliotheken, wie im Mittelalter mit Kirchen, so im Alterthume mit Heiligthümern verbunden waren, ist allbekannt. Lagen ihre einzelnen Räume aber so wie die Klosterzellen hinter einem Kreuzgang, wie das hier in Pergamon der Fall sein würde?

Bei einiger Umschau in der Litteratur, welche über antikes Bibliothekswesen ausserordentlich zahlreich ist, und darüber hinaus bei Prüfung der Quellen, habe ich gelernt, dass eine solche Anlage von Bibliotheksräumen hinter einer Säulenhalle in hellenistisch-römischer Zeit sogar typisch war. Wenn damit der Nachweis der Bibliothek

im pergamenischen Athenaheiligthum zum hinreichend zwingenden Abschlusse geführt zu werden scheint, so gewinnen wir damit zugleich wieder einen festen Anhaltspunkt, um uns von manchen antiken Bibliotheksanlagen, über die wir weniger genau unterrichtet sind, eine deutlichere Vorstellung, als bisher möglich schien, zu schaffen.

Es ist ebenso oft in den Quellen bezeugt und ebenso oft in der neueren Litteratur wiederholt, dass Bibliotheken mit Heiligthümern verbunden waren, wie dass sie dort nach dem geläufigen allgemeinen Ausdrucke in Säulenhallen sich befunden hätten. Man scheint sich aber mit einer ziemlich unbestimmten Vorstellung von einer solchen Lage meistens begnügt zu haben. Es ist vereinzelt, dass Justus Lipsius *syntagma de bibliothecis.* 1607. S. 21) die Sache genauer nimmt und zu den *bibliothecae in Octaviae porticu* bemerkt: *Nota, in ipsa porticu fuisse: quomodo? superiore ejus parte, tuto et decore: cum inferior ambulationi modo esset.* Er scheint sich hiermit aber das obere Stockwerk voll ausgebaut zu denken und also nicht ganz das Richtige zu treffen. Eine richtige Vorstellung auf Grund einer gleich zu erwähnenden Stelle des Aphthonios finde ich sonst in kurzer Erwähnung bei O. Müller Arch. §. 292, 5.

Die praecise Form einer Säulenhalle mit Bibliothekszimmern dahinter, wie sie uns jetzt in Pergamon entgegenzutreten scheint, ist jedesfalls unsern Vorstellungen bisher durchaus nicht geläufig gewesen. Daher kommt es, dass das Verständniss der schon am Ende des Jahres 1880 in Pergamon aufgedeckten Überreste der Bibliothek volle vier Jahre lang auch bei uns Nächstbetheiligten hat auf sich warten lassen. Damit ist gesagt, dass wir die Bibliothek an der Stelle, wo wir sie jetzt erkennen, durchaus nicht gesucht haben, ein Umstand, der eine gewisse Art von Misstrauen in das Resultat ausschliesst. Jetzt darf ich aber sagen, dass die HH. Humann und Bohn mit mir in der Erklärung einig sind.

Am unzweideutigsten bezeugt ist die mit dem Typus der pergamenischen übereinstimmende Anlage einer Bibliothek für Alexandrien, und zwar für die Bibliothek des Serapeions, wenn sich auf dieses, wie mir nach gemeinsamer Erwägung mit Hrn. Puchstein scheint, die *ἔκφρασις τῆς ἀκροπόλεως τῆς Ἀλεξανδρείας* von Aphthonios (progymnasm. 12) bezieht. Säulenhallen umgeben einen freien Platz, *παρῳκοδόμηνται δὲ σηκοὶ τῶν στοῶν ἔνδοθεν, ταμιεῖα γεγενημέναι ταῖς βίβλοις.* O. Müller's Erläuterung hierzu bei Heffter in Z. f. A. 1839 S. 384, zeigt, wie fern auch ihm die Vorstellung lag, dass es sich hier um eine allgemein hellenistisch-römische Art der Bibliotheksanlage handle; a. a. O. im Handbuche bezieht er die Beschreibung dann schwerlich richtig auf das Museion.

Alle anderen mir in den Quellen bekannt gewordenen schriftlichen Erwähnungen von Bibliotheken in der Verbindung mit Säulenhallen entbehren der praecisen Deutlichkeit jener Stelle des Aphthonios. Wenn wir aber immer wieder Bibliotheken und Säulenhallen als baulich zusammengehörig genannt finden, so erscheint bei einiger Überlegung diese Verbindung in keiner anderen Form passender denkbar, als in der für Alexandrien und, wenn wir recht haben, für Pergamon nachweislichen. Dann entspricht es aber auch einer heute mehr als je zur Geltung gekommenen historischen Grundanschauung, sich die Form solcher Anlagen von den tonangebenden Städten Alexandrien und Pergamon namentlich nach Rom hin verpflanzt zu denken.

So werden wir uns die von Plutarch (Lucull. 42) geschilderten Bibliotheksräume im Hause des Lucullus, die *βιβλιοθήκας καὶ τοὺς περὶ αὐτὰς περιπάτους*, in welchen letzteren Lucullus mit den Besuchern seiner Bibliothek verkehrt haben soll, nach der nunmehr bei allen derartigen Beschreibungen uns vor Augen tretenden pergamenisch-alexandrinischen Analogie vorstellen.

Die vielgenannte Bibliotheksanlage des Asinius Pollio *in atrio Libertatis*, wo dieses nun auch gelegen haben mag, denken wir uns hiernach wieder als hinter den Hallen eines Atriums liegende Gemächer. Dass Pollio den Bau *ex manubiis* aufführte, wie sich das bei andern gleichartigen Anlagen in Rom später wiederholt, erinnert an die Waffenreliefs an den Brüstungen der pergamenischen Bibliothekshalle.

Wir kommen zu den beiden Bibliotheksbauten des Augustus, dem in der *porticus Octaviae* und dem im palatinischen Apollotempel.

Dass die *porticus Octaviae* einen Tempelplatz umfasste, zeigt uns am anschaulichsten der capitolinische Stadtplan (Jordan *forma u. Romae* Taf. V, 33); mit der Porticus war aber die Bibliothek verbunden, wie bekannte Stellen bezeugen: Dio Cass. 49, 23 *τάς τε στοὰς καὶ τὰς ἀποθήκας τῶν βιβλίων τὰς Ὀκταουιανὰς κατεσκεύασεν.* Sueton *de ill. gramm.* 21 Melissus erhielt die *cura ordinandarum bibliothecarum in Octaviae porticu.* Und wieder heisst es bei Dio Cass. 66, 24 *τὰ Ὀκταουίεια οἰκήματα μετὰ καὶ τῶν βιβλίων κατέκαυσεν.* Diese *οἰκήματα* suchen wir nicht mehr mit einigen neueren Topographen in den räthselhaften Grundrisslinien, welche im capitolinischen Stadtplane unmittelbar hinter den Tempeln erscheinen, sondern wir denken sie uns jetzt neben einander hinter der Rückwand der Porticus angeordnet. Je mehr wir uns in diese Anschauung versetzen, begreifen wir auch desto besser, dass der Plural *βιβλιοθῆκαι*, den man hin und wieder missverstanden oder anders, als jetzt nächstliegend erscheint, hat deuten wollen, als für diese Bauform besonders natürlich im Sprachgebrauche vorherrschend war. Auch die ebenfalls im Plural geläufige Bezeichnung *ἀποθῆκαι*

τῶν βιβλίων begreifen wir nunmehr besser; denn die Bibliotheksräume unterschieden sich im architektonischen Grundgedanken in Nichts von andern Magazinen, welche hinter Säulenreihen gereiht lagen; man werfe beispielsweise nur einen Blick auf die *Horrea Lolliana* des capitolinischen Stadtplans (Jordan *forma u. Romae* Taf. XI, 51).

Bei dem palatinischen Apollotempel führen die kurzen Erwähnungen bei Sueton (Octavian. 29) und Dio Cass. (53, 1) auf eine der pergamenischen verwandte Gesammtanlage, wenn der eine die Erbauung des Tempels erzählt und hinzufügt: *addidit porticus cum bibliotheca latina graecaque*, der andere aber zusammenfasst *τὸ Ἀπολλώνιον τὸ ἐν τῷ Παλατίῳ καὶ τὸ τεμένισμα περὶ αὐτὸ, τάς τε ἀποθήκας τῶν βιβλίων.*

Auch Vermuthungen der neueren Topographen (Jordan a. a. O. S. 28, Reber R. u. M. Roms S. 186) über die Lage der Bibliotheca Ulpia dürften gegenüber der Grundanschauung, die sich uns jetzt feststellt, nicht an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Nicht ein oder zwei isolirte Gebäude auf dem Forum, deren eines auf dem capitolinischen Plan (Jordan Taf. III, 25) durch seine Säulenstellungen im Innern noch dazu absonderlich wenig für eine Bibliotheksaufstellung sich zu eignen scheint, werden wir für die Locale der Ulpia halten, sondern diese vielmehr in den Kammern hinter den das Forum umfassenden Säulenhallen suchen, wie sich deren in dem halbkreisförmigen Theile der Hallen einige erhalten haben.

Von Bibliotheken ausserhalb Roms ist die im Sebasteion zu Alexandria nach der Schilderung bei Philo Jud. (*leg. ad Caj.* 22) am besten wieder demselben Typus folgend zu denken. Er nennt um den Tempel *περιβεβλημένον ἐν κύκλῳ τέμενος εὐρύτατον*, wie ich lesen möchte, *στοαῖς, βιβλιοθήκαις, ἀνδρῶσιν, ἄλσεσι, προπυλαίοις, εὐρυχωρίαις, ὑπαίθροις, ἅπασι τοῖς εἰς πολυτελέστατον κόσμον ἠσκημένον.*

Auch von der Lage der Bibliothek in einem Prachtbau des Hadrian zu Athen werden wir uns jetzt eine festere Vorstellung machen können, auf Grund deren verschiedene unrichtige Erklärungs- und Umänderungsversuche, die mit der schon in der handschriftlichen Überlieferung etwas verdunkelten Hauptstelle über diesen Bau vorgenommen sind, unterblieben sein würden. Die Hauptstelle ist bei Paus. I, 18, 9: *καὶ τὰ ἐπιφανέστατα ἑκατόν εἰσι κίονες· Φρυγίου λίθου πεποίηνται καὶ ταῖς στοαῖς κατὰ τὰ αὐτὰ οἱ τοῖχοι. καὶ οἴκημα ἐνταῦθά ἐστιν ὀρόφῳ τε ἐπιχρύσῳ καὶ ἀλαβάστρῳ λίθῳ, πρὸς δὲ ἀγάλμασι κεκοσμημένον καὶ γραφαῖς· κατάκειται δὲ ἐς αὐτὸ βιβλία.* Es wird ein Prachtraum hinter der Säulenhalle, also wie in Pergamon, gewesen sein.

Dass Bibliothek und Porticus in der Restaurationsinschrift eines römischen Baus in Tortona zusammen genannt werden (C. I L. V, 7376), mag hier auch mit erwähnt sein.

Endlich wird noch bei einem Bibliotheksbau unter Kaiser Julian die Anlage in einer Säulenhalle erwähnt: Zosimus hist. III, 11 *βιβλιοθήκην ἐν τῇ βασιλέως οἰκοδομήσας στοᾷ καὶ ταύτῃ βίβλους ὅσας εἶχεν ἐναποθέμενος.*

Mit der Vorstellung, welche wir auf alle diese Einzelbeispiele anzuwenden versuchen, steht die oft angeführte allgemeine Vorschrift des Vitruv (de arch. VI, 7) im Einklange, dass die Bibliotheksräume im Privathause in den Portiken des Peristyls liegen sollten; er schreibt dafür die Richtung nach Osten als die mit Rücksicht auf die Conservirung der Bücher beste vor. Dass diese Vitruvische Orientirung bei der Anlage in Pergamon, wo die Halle nach Süden sich öffnet, nicht befolgt war, wird Niemand besonders bemerkenswerth finden.

Endlich ist noch ein Bibliothekszimmer anzuführen, das durch seine Papyrosrollen berühmt gewordene der herkulanensischen Villa. Auch dieses liegt, wie der Weber'sche Plan (Comparetti und de Petra *villa dei Pisoni* tav. XXIV, V) zeigt, hinter einer Säulenhalle, mit seiner Thür in diese mündend, und ist somit schliesslich ganz besonders geeignet uns darin zu bestärken, dass diese Art der Anlage für Bibliotheken in hellenistisch-römischer Zeit eine typische war.

In dem kleinen Bibliothekszimmer der herkulanensischen Villa wurden die Rollen noch auf ihren, wenn auch verkohlten Holzgestellen gefunden. Diese Gestelle liefen etwa mannshoch an den Wänden hin; in der Mitte stand ebenfalls ein nach beiden Seiten hin offenes Gestell (Comparetti und de Petra a. a O. S. 293). Dass solche Gestelle überhaupt in den römischen Bibliotheken ganz wie bei uns in Gebrauch waren, ist bekannt genug.

Zu diesem einzigen in unseren Zeiten noch gesehenen Locale einer antiken Privatbibliothek träte also die Bibliothek im pergamenischen Athenaheiligthume als die bis jetzt einzige in Resten erhaltene öffentliche hinzu, beide demselben Bautypus folgend, so bescheiden die eine, so stattlich die andere.

Es ist bei dem pergamenischen Bau zunächst der eine grösseste Nordost-Saal mit der kolossalen Athenastatue und den Spuren der Gestelle in den Wänden, welcher durch diese Überreste seiner Bestimmung nach erkannt werden kann. Er war jedenfalls der eigentlich repräsentirende Raum, aber es ist wahrscheinlich, dass auch wenigstens die drei in ganz gleicher Lage sich zunächst anreihenden Gemächer demselben Zwecke dienten, wenngleich Befestigungsspuren von Gestellen an ihren Wänden nicht nachweisbar sind. Ausgeschlossen ist auch die Möglichkeit nicht, dass die zwei weiter westlich auf niedrigerem Niveau liegenden Gemächer, in deren einem die zwei Statuen gefunden wurden, zu dem Ganzen der Bibliothek gehörten. An diese west-

lich gelegenen Gemächer schliessen rückwärts, wie bereits gesagt, andere Baulichkeiten an, welche Privatwohnräumen gleichen; sie ziehen sich in das noch unausgegrabene Terrain hinein, so dass wir über ihre Ausdehnung zur Zeit noch keine Angaben machen können. Fasst man den ganzen Complex von Bauten ins Auge, welche sich so an den einen grossen Bibliothekssaal anschliessen, so muss man bedenken, dass zu einer antiken Bibliothek, wie die pergamenische, ausser den Bücher- und Leseräumen, zu welchen letzteren auch das etwa 70m lange und über 10m tiefe Obergeschoss der Halle in Betracht kommen mag, Werkstätten und andere Nebenräume in Menge gehören mussten.

Wir wissen in Pergamon, abgesehen von der hier nicht in Betracht kommenden Büchersammlung, welche sich im Asklepieion befunden haben mag, nur von éiner Bibliothek, der königlichen; der ganzen Art der Anlage nach spricht bei der im Athenaheiligthume nachgewiesenen Nichts gegen die Annahme, dass es eben die königliche gewesen sei, und das legt wieder eine Vermuthung nahe, welche hier, wenn auch als erst der Prüfung bedürftig, geäussert sein mag.

Die alexandrinische Bibliothek in Bruchion gehörte bekanntlich zum königlichen Palaste; die palatinische war dem Heiligthume wie dem Kaiserpalaste gleich nahe; bestand eine solche räumliche Nähe auch in Pergamon, so lag vielleicht der königliche Palast, für dessen Ansetzung wir sonst keinen Anhalt haben, auf der Stelle des späteren Augusteums. Die Einfassungsbauten des Augusteums grenzen an jene hinter den Bibliotheksräumen gelegenen, Wohnräumen gleichenden Baulichkeiten an. Beim Bau des Augusteums muss der ganze Platz, auf dem es steht, gründlich umgestaltet sein; er war ja nachweislich zur Königszeit nicht einmal so gross, wie er erst für das Kaiserheiligthum durch künstliche Substructionen gemacht wurde (Stiller im Jahrb. I, 1880, S. 89). Aber es werden früher an der Stelle königliche Anlagen, also dann nahe der Bibliothek im Athenaheiligthume, gestanden haben. Das ist an sich, man kann sagen, nothwendig anzunehmen, und einzelne Funde, wie der letzthin gemachte eines inschriftlich von Eumenes II gestifteten Rundaltars (Inv. III, 132), wie der der Exedra Attalos des Zweiten (Jahrb. I, 1880, S. 206) bezeugen es einigermaassen. Dass sonst noch Einiges für die Annahme, es sei das Kaiserheiligthum an die Stelle des Königspalastes getreten, geltend gemacht werden kann, ist leicht ersichtlich.

Lassen wir aber diese Vermuthung als Vermuthung; immer werden wir die Bibliothek im Athenaheiligthume für die königliche halten. Nur die Fragen werden hierbei noch zu erörtern sein, ob die nachgewiesenen Räume dazu gross genug scheinen und ob ihre Bauzeit dazu stimmt.

Wir haben bekanntlich eine einzige Angabe über die Anzahl der Bücher der pergamenischen Bibliothek, die des Calvisius bei Plutarch (Anton. 58), welcher dem Antonius vorwarf, er habe der Kleopatra geschenkt τὰς ἐν Περγάμῳ βιβλιοθήκας, ἐν αἷς εἴκοσι μυριάδες βιβλίων ἁπλῶν ἦσαν; aber auch abgesehen von der Schwierigkeit, welche durch Zählung der βιβλία ἁπλᾶ (dazu zuletzt Birt ant. Buchwesen S. 490) entsteht, ist mit dieser Ziffer kaum zum Zwecke einer Bemessung des Raumes, den die Bibliothek beansprucht hätte, zu rechnen. Die Bücherzahl kann bis zur Zeit des Antonius abgenommen, aber seit der Zeit des Erbauers des Bibliotheksgebäudes auch zugenommen haben: denn die pergamenischen Könige hatten bis zum letzten gelehrte Liebhaberei. Dazu kommt die Unsicherheit darüber, wie viel Platz antike Bücher, in Pergamon Papyrosrollen und Pergamentcodices, beanspruchten: es bedeuten ja die Ziffern antiker Buchbestände bei der grossen Verschiedenheit von Form und Umfang im Alterthume und in unseren Zeiten etwas sehr Verschiedenes. In hellenistischer Zeit wenigstens (Birt ant. Buchwesen S. 5 ff. 291 ff.) gebrauchte ein βιβλίον weit weniger Platz als die eben etwas anderes bedeutenden Bände bei uns. Endlich aber kommt andererseits dazu die Ungewissheit, wie viele der Räume hinter der Nordhalle des Athenaheiligthums, ausser dem grossen als Bibliotheksaal am meisten gesicherten, wir als für Bücheraufstellung benutzt in Rechnung zu ziehen hätten. Ich beschränke mich daher darauf, nur einen nach modernen Normen aufgestellten Anschlag der Bücherzahl zu geben, welche in dem Hauptsaale Platz finden würde.

Der grosse Saal hat nach Bohn's Messung, wenn man die Thürwand als unterbrochen ganz bei Seite lässt, dafür aber die Unterbrechung der Rückwand durch die Athena-Statue, auch die uns ja unbekannten Unterbrechungen durch andere etwa aufgestellt gewesene Bildwerke nicht berücksichtigt, zwei Seitenwände von je 15.75^{m} Länge und eine Rückwand von 13.50^{m} Länge, also 45^{m} laufende Wandfläche, was bei der Annahme einer für die Büchergestelle benutzbaren Höhe von 4^{m} im Ganzen 180^{qm} Wandfläche ergiebt. Dass man mit den Gestellen auch höher, als in dem herkulanensischen Zimmer hinaufging, wissen wir aus Seneca (dial. IX, 9 *tecto tenus exstructa loculamenta*); Bohn nimmt die Höhe des Saales, von dessen Oberbau nur Bruchstücke erhalten sind, zu reichlich 5.50^{m} an.

Nach freundlicher Mittheilung eines Technikers pflegt man bei Bibliotheken für jeden Quadratmeter Ansichtsfläche der Schränke rund 100 Bände zu rechnen, wenn auch neuere Greifswalder Versuche diesen Satz zu hoch erscheinen lassen. Nehmen wir nun auch nur 80 Bände für den Quadratmeter an, so würden allein an den Wänden des pergamenischen Hauptsaals, so wie angegeben gerechnet, 14400

Bände heutzutage etwa Platz finden. Bohn ist bei einem Überschlage auf dieser Basis, mit Annahme der Aufstellung von Fächern auch inmitten der Säle, wie im Herkulaneum, für den Hauptsaal, die drei zunächst anstossenden und das eine westlich abwärts liegende Zimmer auf eine runde Gesammtzahl von 110000 heutigen Bänden gekommen. Dass nach den Anhaltspunkten, welche wir haben, die vorhandenen Räume für die Aufstellung einer Bibliothek wie die der pergamenischen Könige ausgereicht haben kann, wird sich hiernach nicht in Abrede stellen lassen.

Es bleibt die Frage nach der Erbauungszeit der Bibliothek. Mit einer obendrein nicht ganz einfach zu gebenden Antwort hierauf will ich der Auseinandersetzung Bohn's im zweiten Bande der Alterthümer von Pergamon nicht vorgreifen, nur so viel mit Benutzung dieser Auseinandersetzung und brieflicher Mittheilung Bohn's sagen, dass der Erbauer der Hallen nach dem Zeugnisse der Inschrift auf dem Propylon Eumenes II sein wird. Die Gemächer hinter der Nordstoa sind aber keinesfalls jüngeren Ursprungs, als die Halle. Wäre diese ihnen nun auch in Erneuerung einer älteren Anlage etwa erst vorgebaut, so würde Eumenes immer derjenige sein, welcher der ganzen Anlage ihre Gestalt gab. Wir haben also nach dem, was wir an den Bauresten abzulesen glauben, keinen Grund dem gradezu entgegenzutreten, was meist angenommen wird, und was namentlich Wegener (*de aula Attalica* S. 51—57) aus sorgfältiger Erwägung der ihm vorliegenden Quellen und des ganzen Zusammenhanges der Dinge, auch mir überzeugend, schloss, dass Eumenes II nach Strabo's Worten (XIII, C. 624) der Erbauer der Bibliothek gewesen sei.

Ist meine Auseinandersetzung richtig, so haben wir doch nur die Reste des glänzenden Gehäuses wiederentdeckt, welches dieser König, der damit in Pergamon die Rolle spielte, wie sein Vorgänger Ptolemaios Philadelphos in Alexandrien, den gelehrten Schätzen seiner Zeit herrichtete. Aber wieder einmal bei den pergamenischen Untersuchungen, welche unsere Königliche Regierung unternommen hat und fortführt, wäre damit doch mehr gefunden, als wir zu finden erwarten durften.

Dass wir zum ersten Male eine in manchen Hauptzügen wirklich anschauliche Vorstellung von einer der vornehmsten antiken Bibliotheksbauten gewonnen, dürfte, wenn auch zunächst nur als eine Illustration antiken Lebens, nicht zu unterschätzen sein. Die Funde, wie das im zweiten Bande der Alterthümer von Bohn noch mit weiteren Einzelheiten dargelegt werden wird, zeigen uns dann, dass Bibliothek- und Kunstsammlung, Bibliothek und was wir ein Museum nennen, sich in Pergamon, wie bekannter Maassen in hellenistisch-römischer Zeit

auch sonst, eng verbunden darstellten. Wenn wir uns der Beziehungen erinnern, in denen die pergamenischen Könige bei ihren wissenschaftlichen Bestrebungen gerade zu Athen, damals dem Vororte der philosophischen Schulen, standen, so träte uns ein nach attischem Vorbilde gearbeitetes Kolossalbild der Athena aus der pergamenischen Bibliothek, vielleicht mit den Musen im Relief seiner Basis, in vollerer Bedeutsamkeit entgegen. Für das Gesammtbild der Residenz der Attaliden aber, das wir mehr und mehr aus der Vergessenheit herauszuarbeiten bemüht sind, wäre mit dem Nachweise der Bibliothek ein neuer wesentlicher Zug gewonnen.

Ausgegeben am 29. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1884.
LIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Nachträgliche Mittheilung.

Näherungsweise ganzzahlige Auflösung linearer Gleichungen.

Von L. Kronecker.

(Vorgetragen am 11. December als Fortsetzung der unter diesem Datum gedruckten Mittheilung [s. oben S. 1193].)

§. 6.

Es seien nun die ersten r^2 Elemente a_{ik} so beschaffen, dass ihre Determinante:

$$|a_{gh}| \qquad (g, h = 1, 2, \ldots r)$$

von Null verschieden wird. Alsdann sind die ersten r linearen Gleichungen:

$$(\mathfrak{G}) \qquad \sum_k a_{gk} w_k = \xi_g - \phi_g \qquad \begin{pmatrix} g = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

von einander unabhängig und — wenn von der Bedingung, dass $w_1, w_2, \ldots w_q$ ganze Zahlen sein sollen, abstrahirt wird — für beliebig gegebene Werthe von $\xi_g - \phi_g$ lösbar.

Bedeutet, wie im Art. I meiner vorigen Mittheilung, (a'_{gh}) das zu (a_{gh}) reciproke System, so kann an Stelle des Gleichungssystems $(\mathfrak{G})$ das System:

$$(\mathfrak{G}') \qquad \sum_{gk} a'_{hg} a_{gk} w_k = \sum_g a'_{hg} (\xi_g - \phi_g) \qquad \begin{pmatrix} g, h = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

genommen werden, und dieses verwandelt sich, wenn:

$$(\mathfrak{H}) \qquad b_{hk} = \sum_k a'_{hg} a_{gk}\,, \quad \eta_h = \sum_g a'_{hg} \xi_g\,, \quad \psi_h = \sum_g a'_{hg} \phi_g \qquad \begin{pmatrix} g, h = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

gesetzt wird, in folgendes:

$$(\mathfrak{K}) \qquad \sum_h b_{hk} w_k = \eta_h - \psi_h \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

in welchem übrigens $b_{hk} = \delta_{hk}$ ist, wenn beide Indices nicht grösser als r sind.

Die in den Gleichungen ($\mathfrak{H}$) gegebenen Bestimmungen der Coefficienten b_{hk} lassen sich auch so darstellen:

$$(\mathfrak{H}') \qquad b_{hk} = \frac{|a_{fg'}|}{|a_{fg}|} \qquad \begin{pmatrix} f, g = 1, 2, \ldots r \\ g' = 1, 2, \ldots h-1, k, h+1, \ldots r \end{pmatrix};$$

die Coefficienten b_{hk} sind demnach Quotienten von Determinanten $r$ter Ordnung, welche sich aus r durch die Indices h, k bestimmten Colonnen der ersten r Zeilen des Systems (a_{ik}) bilden lassen.

Führt man in dem Divisorensystem ($\mathfrak{D}$) des §. 5 an Stelle der p Variabeln $\mathfrak{R}$ neue r Variabeln $\mathfrak{R}^\circ$ ein, welche mit den ersteren durch die Gleichungen:

$$\mathfrak{R}^\circ_h = \sum_i a_{ih} \mathfrak{R}_i \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots r \\ i = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

verbunden sind, so resultirt das Divisorensystem $r$ter Stufe:

$$(\mathfrak{D}) \qquad \left(\mathfrak{R}^\circ_1, \mathfrak{R}^\circ_2, \ldots \mathfrak{R}^\circ_r, \sum_h b_{h,r+1} \mathfrak{R}^\circ_h, \ldots \sum_h b_{hq} \mathfrak{R}^\circ_h\right) \quad (h = 1, 2, \ldots r),$$

welches aus linearen Functionen von nur r Variabeln besteht.

Die beiden Divisorensysteme ($\mathfrak{D}$) und ($\mathfrak{D}^\circ$) stehen, ebenso wie überhaupt je zwei Divisorensysteme, welche durch lineare Transformation der Variabeln aus einander hervorgehen, in einer Aequivalenz-Beziehung, und es sollen auch deren Coefficienten-Systeme, z. B. die Coefficienten-Systeme:

$$(a_{ik}) \text{ und } (b_{hk}) \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots r \\ i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

als einander aequivalent bezeichnet werden.

Während die im vorigen Paragraphen entwickelte Aequivalenz-Beziehung zweier Systeme:

$$(a_{ik})\,,\ (a^\circ_{ik'}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \\ k' = 1, 2, \ldots q' \end{pmatrix}$$

dadurch charakterisirt wurde, dass das eine System aus dem andern durch lineare ganzzahlige Transformation der Colonnen hervorgeht, wird die hier statuirte Aequivalenz:

$$(a_{ik}) \sim (\bar{a}_{i'k}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ i' = 1, 2, \ldots p' \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

dadurch definirt, dass das eine System durch lineare Transformation der Zeilen, mit irgend welchen Transformations-Coefficienten, in das andere System übergeführt werden kann.

Es sind dies also zwei verschiedene Aequivalenz-Begriffe, von denen sich der eine auf die Colonnen, der andere auf die Zeilen bezieht; sie können aber auch beide zu einem neuen »weiteren« Aequivalenz-Begriff vereinigt werden, indem zwei Systeme:

$$(a^0_{ik'}) \;,\; (\bar{a}_{i'k}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \,;\, i' = 1, 2, \ldots p' \\ k = 1, 2, \ldots q \,;\, k' = 1, 2, \ldots q' \end{pmatrix}$$

als im »weiteren Sinne einander aequivalent« bezeichnet werden können, wenn jedes derselben einem dritten Systeme:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

in dem einen oder anderen engeren Sinne aequivalent ist, d. h. also sowohl dann, wenn die Aequivalenzen:

$$(a_{ik}) \sim (a^0_{ik'}) \;,\; (a_{ik}) \sim (\bar{a}_{i'k})$$

beide in demselben engeren Sinne bestehen, als auch dann, wenn die eine in dem einen, die andere in dem anderen engeren Sinne stattfindet.

§. 7.

Giebt es lineare ganzzahlige Functionen der r Grössen:

$$b_{1k}, b_{2k}, \ldots\ldots b_{rk} \qquad (k = r+1, r+2, \ldots q)\,,$$

deren Werthe für alle Indices k ganzzahlig sind, d. h. also, giebt es (für $k = r+1, r+2, \ldots q$) eine Anzahl Gleichungen:

$$\sum_{h=1}^{h=r} \mathfrak{w}_{gh} b_{hk} = \mathfrak{b}_{gk} \qquad (g = g_1, g_2, \ldots)\,,$$

in welchen $\mathfrak{w}_{gh}, \mathfrak{b}_{gk}$ ganze Zahlen bedeuten, so gelten diese Gleichungen, wenn für $k \leq r$:

$$\mathfrak{b}_{gk} = \mathfrak{w}_{gk}$$

gesetzt wird, für alle Indices k. Es möge nun angenommen werden,

dass die Anzahl solcher, von einander linear unabhängiger Gleichungen genau $r - \mathfrak{r}$ ist, und dass demnach $r - \mathfrak{r}$ lineare Relationen:

$$(\mathfrak{L}) \qquad \sum_{h=1}^{h=\mathfrak{r}} \mathfrak{b}_{ih} b_{hk} = \mathfrak{b}_{ik} \qquad \begin{pmatrix} i=\mathfrak{r}+1, \mathfrak{r}+2, \ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

bestehen, aus denen sich alle anderen solchen Relationen linear zusammensetzen lassen. Dann kann die Reihenfolge der Zeilen $b_{1k}, b_{2k}, \ldots$ so vorausgesetzt werden, dass die Zeilen:

$$b_{1k}, b_{2k}, \ldots b_{\mathfrak{r}k}, \mathfrak{b}_{\mathfrak{r}+1,k}, \mathfrak{b}_{\mathfrak{r}+2,k}, \ldots \mathfrak{b}_{rk} \qquad (k=1,2,\ldots q)$$

von einander linear unabhängig sind, und dass daher das aus diesen r Zeilen bestehende System dem Systeme (b_{hk}) in dem zweiten engeren Sinne (der Zeilen-Transformation) aequivalent ist. Da das System (b_{hk}) in demselben engeren Sinne dem System (a_{ik}) aequivalent ist, so wird durch die obige Annahme eine Eigenschaft des Systems (a_{ik}) fixirt, welche folgendermaassen zu formuliren ist:

> »Das System (a_{ik}), vom Range r, kann durch lineare Transformation der Zeilen (mit irgend welchen Coefficienten) in ein solches verwandelt werden, welches nur r Zeilen hat, die nicht lauter Null-Elemente enthalten, und nur $\mathfrak{r}$ Zeilen, in denen nicht sämmtliche Elemente ganze Zahlen sind. Dabei sind die Zahlen r und $\mathfrak{r}$ die kleinsten, für welche dies möglich ist.«

Die Zahl $\mathfrak{r}$ hat daher in Beziehung auf den Rationalitäts-Bereich der gewöhnlichen rationalen Zahlen eine ganz analoge Bedeutung wie die (absolute) Stufenzahl r; sie giebt einen »relativen Rang« des Systems (a_{ik}) an, nämlich einen solchen, welcher dem Systeme in Beziehung auf den Rationalitäts-Bereich Eins zukommt[1]; die Zahl $\mathfrak{r}$ soll deshalb kurzweg als

»der Rationalitäts-Rang des Systems (a_{ik})«

bezeichnet werden.

Jedes System von pq Elementen:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2\ldots q \end{pmatrix},$$

dessen (absoluter) Rang gleich r, und dessen Rationalitäts-Rang gleich $\mathfrak{r}$ ist, hat hiernach die charakteristische Eigenschaft, dass es in dem zweiten engeren Sinne (der Zeilen-Transformation) einem Systeme aequivalent ist, welches genau $\mathfrak{r}$ nicht ganzzahlige und überhaupt nur r Zeilen enthält.

---

[1] Vergl. §. 3 meiner oben citirten Festschrift zu Hrn. Kummer's Doctorjubiläum.

Ein solches dem Systeme (a_{ik}) aequivalentes System ist das obige System:

$$b_{1k}\,.\,b_{2k}\,.\,.\,.\,.\,b_{\mathfrak{r}k}\,,\,\mathfrak{b}_{\mathfrak{r}+1,k}\,.\,\mathfrak{b}_{\mathfrak{r}+2,k}\,.\,.\,.\,.\,.\,\mathfrak{b}_{rk} \qquad (k=1,2,\ldots q),$$

dessen Elemente gemäss den Gleichungen $(\mathfrak{H}')$ und $(\mathfrak{L})$ nur Determinanten-Quotienten:

$$\frac{|a_{fg'}|}{|a_{fg}|} \qquad \begin{pmatrix} f,g=1,2,\ldots r \\ g'=1,2,\ldots h-1,k,h+1,\ldots r \end{pmatrix}$$

und lineare ganzzahlige Functionen derselben sind. Die charakteristische Eigenschaft eines Systems (a_{ik}) vom (absoluten) Range r und vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$ kann hiernach auch dadurch ausgedrückt werden, dass zwischen den Determinanten $r$ter Ordnung genau $r-\mathfrak{r}$ lineare ganzzahlige Relationen:

$$(\mathfrak{L}') \qquad \sum_{h=1}^{h=r} \mathfrak{b}_{ih}\,|a_{fg'}| = \mathfrak{b}_{ik}\,|a_{fg}| \qquad \begin{pmatrix} f,g=1,2,\ldots r \\ g'=1,2,\ldots h-1,k,h+1,\ldots r \\ i=\mathfrak{r}+1,\mathfrak{r}+2,\ldots r \end{pmatrix}$$

bestehen. Jede dieser Relationen kann, wenn $\mathfrak{b}_{im}=a_{om}$ gesetzt wird, einfach durch die Gleichung:

$$|a_{lm}| = 0 \qquad \begin{pmatrix} l=0,1,2,\ldots r \\ m=k,1,2,\ldots r \end{pmatrix}$$

dargestellt werden, und diese Gleichung besagt nichts Anderes, als dass das System (a_{ik}) in ein (im Sinne der Zeilentransformation) aequivalentes übergeht, wenn eine der Zeilen:

$$\mathfrak{b}_{i1}\,,\,\mathfrak{b}_{i2}\,,\,.\,.\,.\,\mathfrak{b}_{iq} \qquad (i=\mathfrak{r}+1,\mathfrak{r}+2,\ldots r)$$

hinzugefügt wird. Es können daher auch alle $r-\mathfrak{r}$ Zeilen $\mathfrak{b}_{ik}$ hinzugefügt werden. Da diese von einander linear unabhängig sind, so müssen $\mathfrak{r}$ Zeilen a_{ik} — wenn auch nicht jede — mit den $r-\mathfrak{r}$ Zeilen $\mathfrak{b}_{ik}$ ein linear unabhängiges System von r Zeilen bilden. Es ergiebt sich also,

> dass für jedes System von pq Elementen:
>
> $$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix},$$
>
> dessen (absoluter Rang) gleich r und dessen Rationalitäts-Rang gleich $\mathfrak{r}$ ist, ein aequivalentes existirt, welches aus dem ersten dadurch entsteht, dass $p-r$ Zeilen weggelassen und $r-\mathfrak{r}$ Zeilen durch ebenso viel andere mit lauter ganzzahligen Elementen ersetzt werden.

Die vorstehende Entwickelung zeigt, dass (falls $r>\mathfrak{r}+1$ ist) nicht bloss zwischen den Determinanten $r$ter Ordnung[1], sondern auch zwischen den Determinanten $(\mathfrak{r}+1)$ter Ordnung des Systems (a_{ik}) lineare

[1] Vgl. die obigen Gleichungen $(\mathfrak{L}')$.

ganzzahlige Relationen bestehen. Fügt man nämlich dem Systeme (a_{ik}) die $r - \mathfrak{r}$ Zeilen $\mathfrak{b}_{ik}$ hinzu, so entsteht ein aequivalentes System von $p + r - \mathfrak{r}$ Zeilen, für welches alle Determinanten der Ordnung $r + 1$ verschwinden; und jede der Gleichungen, welche man erhält, wenn man eine derjenigen Determinanten $(r + 1)$ter Ordnung gleich Null setzt, die aus $(r - \mathfrak{r})$ $(r + 1)$ ganzzahligen Elementen $\mathfrak{b}_{ik}$ und aus $(\mathfrak{r} + 1)$ $(r + 1)$ Elementen a_{ik} gebildet sind, liefert offenbar eine lineare ganzzahlige Relation zwischen Subdeterminanten $(\mathfrak{r} + 1)$ter Ordnung von Elementen a_{ik}.

Es ist noch zu erwähnen, dass (unter Beibehaltung der obigen Bezeichnungen) der Natur der Sache nach stets $\mathfrak{r} \leq r \leq q$ ist, und dass $\mathfrak{r}$, für den Fall $r = q$, den Werth *Null* hat, weil alsdann das aus den ersten r^2 Elementen bestehende System (a_{ik}), also auch das ganze System, im Sinne der Zeilen-Transformation dem »Einheitsysteme«

$$(\delta_{ik}) \qquad (i, k = 1, 2, \ldots r),$$

folglich in der That einem aus lauter ganzzahligen Elementen bestehenden Systeme aequivalent ist. Der Rationalitäts-Rang eines Systems (a_{ik}) ist also höchstens gleich dem (absoluten) Range, und er ist stets gleich *Null*, wenn die Anzahl der Colonnen nicht grösser ist, als die Zahl, welche den (absoluten) Rang des Systems bezeichnet.

§. 8.

Ein System:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

vom (absoluten) Range r und vom Rationalitäts-Range *Null* ist einem Systeme:

$$(b_{hk}) \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

von lauter ganzzahligen Elementen aequivalent, und zwar im Sinne der Zeilen-Transformation. Da in diesem Falle $\mathfrak{r} = 0$ ist, nimmt der Index i in den Gleichungen $(\mathfrak{L}')$ des vorigen Paragraphen die Werthe $1, 2, \ldots r$ an, und diese Gleichungen:

$$\sum_h b_{ih} |a_{fg'}| = b_{is} |a_{fg}| \qquad \begin{pmatrix} f, g, h, i = 1, 2, \ldots r \\ g' = 1, 2, \ldots h-1, s, h+1, \ldots r \end{pmatrix}$$

genügen dann, um das Verhältniss der $r + 1$ Determinanten, welche aus den r Zeilen von je $r + 1$ Elementen:

$$a_{f1}, a_{f2}, \ldots a_{fr}, a_{fs} \qquad (f = 1, 2 \ldots r)$$

zu bilden sind, durch die Coefficienten $\mathfrak{b}$, also in ganzen Zahlen, darzustellen. Dies gilt für jeden Werth: $s = r + 1, r + 2, \ldots q$; also:

für den Fall $\mathfrak{r} = 0$ ist das Verhältniss je zweier Determinanten:

$$|a_{fg'}| : |a_{fg}| \qquad \begin{pmatrix} f, g, h = 1, 2, \ldots r \\ g' = 1, 2, \ldots h-1, s, h+1, \ldots r \\ s = r+1, r+2, \ldots q \end{pmatrix}$$

rational, und dies ist zugleich für diesen Fall charakteristisch:

denn jenes Verhältniss ist gemäss §. 6 $(\mathfrak{H}')$ gleich b_{hs}, und das dem Systeme (a_{ik}) aequivalente System (b_{hk}), dessen Elemente für $k \leqq r$ das Einheitsystem bilden, besteht daher für den Fall $\mathfrak{r} = 0$ aus lauter rationalen Elementen.

Da die Auflösung des Systems der r Gleichungen:

$$(\mathfrak{M}) \qquad \sum_k a_{ik} w_k = 0 \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots r, s \end{pmatrix}$$

durch:

$$w_h : w_s = |a_{fg'}| : |a_{fg}| \qquad \begin{pmatrix} f, g, h = 1, 2, \ldots r \\ g' = 1, 2, \ldots h-1, s, h+1, \ldots r \end{pmatrix}$$

gegeben ist, so erweist sich auch

die Lösbarkeit der Gleichungen $(\mathfrak{M})$ in ganzen Zahlen w, für alle Werthe $s = r + 1, r + 2, \ldots q$,

als eine charakteristische Eigenschaft derjenigen Systeme (a_{ik}), deren Rationalitäts-Rang gleich *Null* ist.

§. 9.

Ist (a_{ik}) irgend ein System von pq Elementen, dessen (absoluter) Rang gleich r, und dessen Rationalitäts-Rang gleich $\mathfrak{r}$ (von *Null* verschieden) ist, so kann man sich die Zeilen so geordnet denken, dass die ersten r Reihen von Elementen:

$$a_{i1}, a_{i2}, \ldots a_{iq} \qquad (i = 1, 2, \ldots r)$$

überhaupt von einander linear unabhängig und zugleich die ersten $\mathfrak{r}$ Reihen von Elementen:

$$a_{\mathfrak{i}1}, a_{\mathfrak{i}2}, \ldots a_{\mathfrak{i}q} \qquad (\mathfrak{i} = 1, 2, \ldots \mathfrak{r})$$

in Beziehung auf den Rationalitäts-Bereich *Eins* von einander linear unabhängig sind. Dann giebt offenbar die Rangzahl r des ganzen Systems (a_{ik}) zugleich den (absoluten) Rang des aus den ersten r Zeilen bestehenden Systems an, und die Zahl $\mathfrak{r}$, welche den Ratio-

nalitäts-Rang des ganzen Systems (a_{ik}) bezeichnet, hat eben dieselbe Bedeutung auch für das aus den ersten $\mathfrak{r}$ Zeilen gebildete System.

Unter den angegebenen Voraussetzungen kann dasjenige System von Gleichungen:

$$(\mathfrak{R}) \qquad \sum_k a_{ik} w_k = \xi_\mathfrak{i} - \phi_\mathfrak{i} \qquad \begin{pmatrix} \mathfrak{i} = 1, 2, \ldots \mathfrak{r} \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

welches nur die ersten $\mathfrak{r}$ von den r Gleichungen $(\mathfrak{G})$ des §. 5 enthält, für beliebig gegebene Grössen $\xi_1, \xi_2, \ldots$ mit den Ungleichheitsbedingungen:

$$|\phi_\mathfrak{i}| < \tau \qquad (\mathfrak{i} = 1, 2, \ldots \mathfrak{r})$$

in ganzen Zahlen $w_1, w_2, \ldots w_q$ gelöst werden.

I. Um eine solche Lösung zu erhalten, wähle man (wie im §. 2, II) zuvörderst Zahlen m_{ks}, für welche die absoluten Werthe der r Ausdrücke:

$$\sum_k a_{ik} m_{ks} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots r, s \end{pmatrix}$$

kleiner als τ werden. Dies ist stets möglich. Denn wenn man jedes der r Intervalle:

$$t^r \sum_k |a_{ik}| \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots r; k = 1, 2, \ldots r, s; \\ |a_{ik}| \text{ bedeutet den absoluten Werth von } a_{ik} \end{pmatrix},$$

welches die je $(t^r + 1)^{r+1}$ Werthe von:

$$\sum_k a_{1k} w_k, \ \sum_k a_{2k} w_k, \ \ldots \sum_k a_{rk} w_k \qquad \begin{pmatrix} w_k = 0, 1, 2, \ldots t^r \\ k = 1, 2, \ldots r, s \end{pmatrix}$$

umfasst, in t^{r+1} gleiche Theile theilt, so giebt es mindestens zwei Systeme von Zahlen:

$$(w'_1, w'_2, \ldots w'_r, w'_s), \ (w''_1, w''_2, \ldots w''_r, w''_s),$$

die so beschaffen sind, dass die beiden Werthe:

$$\sum_k a_{ik} w'_k, \ \sum_k a_{ik} w''_k \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots r, s \end{pmatrix},$$

für keinen der Indices i, in zwei verschiedenen der t^{r+1} Theilintervalle liegen. Setzt man nun:

$$w'_k - w''_k = m_{ks} \qquad (k = 1, 2, \ldots r, s),$$

so ist:

$$\left|\sum_k a_{ik} m_{ks}\right| < t^{-1} \sum_k |a_{ik}| \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots r, s \end{pmatrix},$$

und man kann also in der That durch angemessene Wahl der Zahl t bewirken, dass die absoluten Werthe:

$$\left|\sum_k a_{ik} m_{ks}\right| \qquad \begin{pmatrix} i & 1, 2, \ldots r \\ k & 1, 2, \ldots r, s \end{pmatrix}$$

kleiner als die gegebene Grösse τ werden.

Hierbei können freilich für einzelne Werthe von i und für einzelne Werthe von s die Ausdrücke $\sum_k a_{ik} m_{ks}$ gleich Null werden. Aber für alle Werthe von i und s kann dies nicht der Fall sein, da nach dem, was am Schlusse des vorigen Paragraphen ausgeführt worden, die Existenz von Zahlen m_{ks}, wofür alle Gleichungen:

$$\sum_k a_{ik} m_{ks} = 0 \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r;\ k=1,2,\ldots r,s; \\ s=r+1,r+2,\ldots q \end{pmatrix}$$

erfüllt sind, eine charakteristische Eigenschaft der Systeme (a_{ik}) vom Rationalitäts-Range *Null* ist. Es muss daher mindestens einen Index s geben, für den nicht alle r Werthe:

$$\sum_k a_{ik} m_{ks} \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots r,s \end{pmatrix}$$

gleich Null werden. Setzt man nun:

$$\sum_k a_{ik} m_{ks} = a_{i,q+1} \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots r,s \end{pmatrix},$$

so sind die r Grössen $a_{i,q+1}$ ihrem absoluten Werthe nach kleiner als τ, und nicht sämmtlich gleich *Null.*

II. Diejenigen Zeilen $a_{1k}, a_{2k}, \ldots a_{rk}$, wofür der Werth von $a_{i,q+1}$ beliebig klein und doch von Null verschieden ist, können offenbar nicht lauter rationale Elemente enthalten. Jede solche Zeile, die nicht lauter rationale Elemente enthält, kann aber — unbeschadet der im Anfange dieses Paragraphen gemachten Voraussetzung — als erste Zeile genommen werden. Man kann also namentlich diejenige Zeile als die erste wählen, wofür der absolute Werth von $a_{i,q+1}$ am grössten ist. Alsdann wird:

$$\tau > |a_{1,q+1}| \geq |a_{i,q+1}| \qquad (i=1,2,\ldots r),$$

und nun kann aus jeder näherungsweisen ganzzahligen Lösung der Gleichungen:

$$(\mathfrak{N}^0) \qquad \sum_k \left(a_{ik} - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k} \right) w_k = \xi_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} \xi_1 \qquad \begin{pmatrix} i=2,3,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

eine ganzzahlige Lösung der Gleichungen:

$$(\mathfrak{N}_1) \qquad \sum_k a_{ik} w_k = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

hergeleitet werden. Da nämlich:

$$\sum_k \left(a_{ik} - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k} \right) m_{ks} = 0 \qquad \begin{pmatrix} i=2,3,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

ist, so genügen, wenn durch:

$$w_1 = n_1,\ w_2 = n_2,\ \ldots\ldots w_q = n_q$$

irgend eine Lösung der Gleichungen ($\mathfrak{N}^\circ$) gegeben wird, denselben Gleichungen ($\mathfrak{N}^\circ$) auch die Werthe:

$$w_1 = n_1 + \mu m_{1s},\ w_2 = n_2 + \mu m_{2s}, \ldots\ldots w_q = n_q + \mu m_{qs}.$$

und die hierbei noch beliebige ganze Zahl μ kann nun so bestimmt werden, dass für dieselben Werthe von $w_1, w_2, \ldots w_q$:

$$\Big|\xi_1 - \sum_k a_{1k} w_k\Big| < \tfrac{1}{2}\tau \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

oder, was dasselbe ist:

$$\sum_k a_{1k} w_k = \xi_1 - \phi_1,\quad |\phi_1| < \tfrac{1}{2}\tau \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

wird. Denn hierzu braucht man, da:

$$\xi_1 - \sum_k a_{1k}(\mu m_{ks} + n_k) = \xi_1 - \mu a_{1,q+1} - \sum_k a_{1k} n_k \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

und $|a_{1,q+1}| < \tau$ ist, nur die dem Werthe von:

$$\frac{\xi_1 - \sum_k a_{1k} n_k}{a_{1,q+1}} \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

nächste ganze Zahl für μ zu nehmen. Wird nun die angenäherte Lösung derselben Gleichungen ($\mathfrak{N}^\circ$) mittels der Zahlen n_k oder $n_k + \mu m_{ks}$ so vorausgesetzt, dass sich die Werthe auf den beiden Seiten der Gleichung um weniger als $\frac{1}{2}\tau$ von einander unterscheiden, so ist:

$$\sum_k \left(a_{ik} - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k}\right)(n_k + \mu m_{ks}) = \xi_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}}\xi_1 - \theta_i,\quad |\theta_i| < \tfrac{1}{2}\tau$$
$$(i = 2, 3, \ldots r;\ k = 1, 2, \ldots q)$$

und wenn man hiermit die Gleichung:

$$\sum_k a_{1k}(n_k + \mu m_{ks}) = \xi_1 - \phi_1 \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

verbindet, welche aus der obigen Gleichung: $\sum_k a_{1k} w_k = \xi_1 - \phi_1$, durch Einsetzen der Werthe $w_k = n_k + \mu m_{ks}$ entsteht, so resultirt die Gleichung:

$$\sum_k a_{ik}(n_k + \mu m_{ks}) = \xi_i - \theta_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}}\phi_1 \qquad \begin{pmatrix} i = 2, 3, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

welche auch noch für $i = 1$ gilt, falls man $\theta_1 = 0$ nimmt. Setzt man endlich noch:

$$\theta_i + \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}}\phi_1 = \phi_i \qquad (i = 2, 3, \ldots r),$$

so wird $|\phi_i| < \tau$, da

$$|a_{i,q+1}| < |a_{1,q+1}|,\quad |\theta_i| < \tfrac{1}{2}\tau,\quad |\phi_1| < \tfrac{1}{2}\tau \qquad (i = 2, 3, \ldots r)$$

vorausgesetzt worden, und die Gleichungen:

$$(\mathfrak{N}_1)\qquad \sum_k a_{ik} w_k = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

mit den Ungleichheitsbedingungen:

$$|\phi_i| < \tau \qquad (i = 1, 2, \ldots r),$$

werden also in der That durch die Werthe:

$$w_k = n_k + \mu m_k \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

befriedigt, wenn die Zahlen $n_1, n_2, \ldots n_q$ den Gleichungen:

$$(\mathfrak{N}_2)\qquad \sum_k \left(a_{ik} - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k} \right) n_k = \xi_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} \xi_1 - \theta_i \quad \begin{pmatrix} i = 2, 3, \ldots r \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

mit den Ungleichheitsbedingungen:

$$|\theta_i| < \tfrac{1}{2} \tau \qquad (i = 2, 3, \ldots r)$$

genügen, und wenn die ganze Zahl μ durch die Bedingung:

$$\left| \mu a_{1,q+1} - \xi_1 + \sum_k a_{1k} n_k \right| < \tfrac{1}{2} |a_{1,q+1}| \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

bestimmt ist.

III. In der hier unter I und II gegebenen Entwickelung kann überall der Index i auf die Werthe, die nicht grösser als $\mathfrak{r}$ sind, beschränkt werden. Dann sind die r Gleichungen $(\mathfrak{N}_1)$ mit den im Anfange dieses Paragraphen aufgestellten $\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$(\mathfrak{N})\qquad \sum_k a_{\mathfrak{i}k} w_k = \xi_{\mathfrak{i}} - \phi_{\mathfrak{i}} \qquad \begin{pmatrix} \mathfrak{i} = 1, 2, \ldots \mathfrak{r} \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

identisch, deren Lösbarkeit in ganzen Zahlen w, mit den Ungleichheitsbedingungen:

$$|\phi_{\mathfrak{i}}| < \tau \qquad (\mathfrak{i} = 1, 2, \ldots \mathfrak{r})$$

nachgewiesen werden sollte.

Bei der Beschränkung auf die Werthe $i \leqq \mathfrak{r}$ bilden aber die Gleichungen $(\mathfrak{N}_2)$ ein System von $(\mathfrak{r} - 1)$ Gleichungen vom Rationalitäts-Range $(\mathfrak{r} - 1)$. Denn wenn der Rationalitäts-Rang kleiner sein sollte, müsste mindestens eine Gleichung:

$$\sum_{\mathfrak{i}} c_{\mathfrak{i}} \left(a_{\mathfrak{i}k} - \frac{a_{\mathfrak{i},q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k} \right) = \mathfrak{a} \qquad \begin{pmatrix} \mathfrak{i} = 2, 3, \ldots \mathfrak{r} \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

in welcher $\mathfrak{a}$ eine ganze Zahl bedeutet, existiren. Dies ist aber nicht möglich, weil eine solche Gleichung, wenn:

$$\sum_{\mathfrak{i}} c_{\mathfrak{i}} a_{\mathfrak{i},q+1} = - c_1 a_{1,q+1} \qquad (\mathfrak{i} = 2, 3, \ldots \mathfrak{r})$$

gesetzt wird, in die Gleichung:

$$\sum_{\mathfrak{i}} c_{\mathfrak{i}} a_{\mathfrak{i}k} = \mathfrak{a} \qquad (\mathfrak{i} = 1, 2, \ldots \mathfrak{r})$$

übergeht, deren Bestehen mit der Voraussetzung, dass die Zahl $\mathfrak{r}$ den Rationalitäts-Rang des Systems (a_{ik}) angiebt, unverträglich ist.

Da nun die Lösbarkeit eines Systems von $(\mathfrak{r}-1)$ Gleichungen vom Rationalitäts-Range $(\mathfrak{r}-1)$ vorausgesetzt werden kann,[1] so ist der zu führende Nachweis der Lösbarkeit der Gleichungen $(\mathfrak{N})$ in der obigen Entwickelung vollständig enthalten. Doch soll eben diese Entwickelung noch benutzt werden, um den weiteren Nachweis zu führen, dass auch das System der r Gleichungen $(\mathfrak{N}_1)$ lösbar ist, wenn zwischen den gegebenen Grössen ξ gewisse Relationen bestehen.

§. 10.

Da das System (a_{ik}) den Rationalitäts-Rang $\mathfrak{r}$ hat, müssen $r-\mathfrak{r}$ linear unabhängige Relationen:

$$(\mathfrak{P})\qquad \sum_i c_{hi} a_{ik} = \mathfrak{a}_{hk} \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots r \\ i = 1, 2, \dots r \\ k = 1, 2, \dots q \end{pmatrix}$$

mit ganzzahligen Werthen $\mathfrak{a}_{hk}$ bestehen. Es war aber:

$$\sum_k a_{ik} m_{ks} = a_{i,q+1} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \dots r \\ k = 1, 2, \dots q \end{pmatrix},$$

also

$$\sum_i c_{hi} a_{i,q+1} = \sum_k \mathfrak{a}_{hk} m_{ks} \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots r \\ i = 1, 2, \dots r \\ k = 1, 2, \dots q \end{pmatrix}.$$

Da nun die Werthe $|a_{i,q+1}|$ sämmtlich kleiner als eine beliebig klein gewählte Grösse τ sind, die Summe rechts aber einen ganzzahligen Werth hat, so muss sie gleich Null sein. Zwischen den Grössen $a_{i,q+1}$ bestehen hiernach die $r-\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$(\mathfrak{Q})\qquad \sum_i c_{hi} a_{i,q+1} = 0 \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots r \\ i = 1, 2, \dots r \end{pmatrix}.$$

Dies vorausgeschickt, soll nun gezeigt werden, dass

die r Gleichungen $(\mathfrak{N}_1)$ des vorigen Paragraphen:

$$(\mathfrak{N}_1)\qquad \sum_k a_{ik} w_k = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \dots r \\ k = 1, 2, \dots q \end{pmatrix}$$

in ganzen Zahlen w lösbar sind, sobald zwischen den gegebenen Grössen ξ die Relationen:

$$(\mathfrak{R})\qquad \sum_i c_{hi} \xi_i = 0 \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots r \\ i = 1, 2, \dots r \end{pmatrix}$$

bestehen.

---

[1] Die Lösbarkeit einer Gleichung vom Rationalitäts-Range *Eins*, sowie eines Systems von zwei Gleichungen vom Rationalitäts-Range *Zwei* ist in den §§. 1 und 2 ausführlich dargelegt worden.

Dabei kann angenommen werden, dass die Determinante:

$$|c_{hi}| \qquad (h, i = \mathfrak{r}+1, \mathfrak{r}+2, \ldots r)$$

von Null verschieden ist; anderenfalls würde nämlich aus den Gleichungen ($\mathfrak{P}$) eine Relation:

$$\sum_{i=1}^{\mathfrak{r}} \gamma_i a_{ik} = \sum_{h=\mathfrak{r}+1}^{h=r} \alpha_h \mathfrak{a}_{hk} \qquad (k = 1, 2, \ldots q)$$

hervorgehen, es würde also eine lineare Function der $\mathfrak{r}$ ersten Zeilen:

$$a_{i1}, a_{i2}, \ldots a_{iq} \qquad (i = 1, 2, \ldots \mathfrak{r})$$

als lineare Function der $r - \mathfrak{r}$ ganzzahligen Reihen:

$$\mathfrak{a}_{h1}, \mathfrak{a}_{h2}, \ldots \mathfrak{a}_{hq} \qquad (h = \mathfrak{r}+1, \ldots r)$$

darstellbar sein, d. h. es würden — entgegen der im Anfang des §. 9 gemachten Voraussetzung — die ersten $\mathfrak{r}$ Reihen von Elementen »in Beziehung auf den Rationalitäts-Bereich *Eins*« von einander linear abhängig sein.

Unter der hiermit gerechtfertigten Voraussetzung, dass die Determinante:

$$|c_{hi}| \qquad (h, i = \mathfrak{r}+1, \mathfrak{r}+2, \ldots r)$$

von Null verschieden ist, folgen aus den Relationen ($\mathfrak{Q}$) und ($\mathfrak{R}$) auch Relationen folgender Art:

$$(\bar{\mathfrak{P}}) \qquad a_{h,q+1} = \sum_i \bar{c}_{hi} a_{i,q+1}$$
$$(\bar{\mathfrak{R}}) \qquad \xi_h = \sum_i \bar{c}_{hi} \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots \mathfrak{r} \\ h = \mathfrak{r}+1, \ldots r \end{pmatrix}.$$

Für den Fall $\mathfrak{r} = 1$ ist demnach:

$$a_{h,q+1} = \bar{c}_{h1} a_{1,q+1}, \quad \xi_h = \bar{c}_{h1} \xi_1, \quad \text{also} \quad \xi_h = \frac{a_{h,q+1}}{a_{1,q+1}} \xi_1 \qquad (h = 2, 3, \ldots r),$$

und wenn man für diesen Fall gemäss §. 9 die Zahl μ als die dem Quotienten $\dfrac{\xi_1}{a_{1,q+1}}$ nächste ganze Zahl bestimmt, und

$$\phi_h = \frac{a_{h,q+1}}{a_{1,q+1}} \phi_1$$

setzt, so erhält man die Lösung der Gleichungen ($\mathfrak{R}_1$) durch:

$$w_k = \mu m_{ks} \qquad (k = 1, 2, \ldots q),$$

da alsdann:

$$\sum_k a_{ik} w_k = \mu \sum_k a_{ik} m_{ks} = \mu a_{i,q+1} = \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} (\xi_1 - \phi_1) = \xi_i - \phi_i$$

wird.

Nimmt man nun für Gleichungen $(\mathfrak{N}_1)$ vom Rationalitäts-Range $(\mathfrak{r}-1)$ an, dass sie unter Bedingungen $(\mathfrak{N})$ in ganzen Zahlen w lösbar seien, so kann man die Existenz von Zahlen w voraussetzen, durch welche die Gleichungen:

$$(\mathfrak{N}^\circ) \qquad \sum_k \left(a_{ik} - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k}\right) w_k = \xi_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} \xi_1 \qquad \begin{pmatrix} i=2,3,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

erfüllt werden, falls die Grössen ξ den Bedingungsgleichungen:

$$(\mathfrak{N}^\circ) \qquad \sum_i c_{hi} \left(\xi_i - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} \xi_1\right) = 0 \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=2,3,\ldots r \end{pmatrix}$$

genügen. Denn die Coefficienten c_{hi} sind die Coefficienten der $(r-\mathfrak{r})$ linearen Relationen:

$$\sum_i c_{hi} \left(a_{ik} - \frac{a_{i,q+1}}{a_{1,q+1}} a_{1k}\right) = \mathfrak{a}_{hk} \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=2,3,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix},$$

welche zwischen den $(r-1)$ Zeilen der Coefficienten des Gleichungssystems $(\mathfrak{N}^\circ)$ — vermöge der Gleichungen $(\mathfrak{P})$ und $(\mathfrak{Q})$ — bestehen, und der Rationalitäts-Rang des Systems der $(r-1)$ Gleichungen $(\mathfrak{N}^\circ)$ ist daher in der That: $r-1-(r-\mathfrak{r})$ d. h. gleich $(\mathfrak{r}-1)$.

Aus jeder Lösung der Gleichungen $(\mathfrak{N}^\circ)$ ist aber nach den Entwickelungen im §. 9 für dieselben Grössen ξ, also auch mit denselben Bedingungen $(\mathfrak{N}^\circ)$ eine Lösung des Systems:

$$(\mathfrak{N}_1) \qquad \sum_k a_{ik} w_k = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

herzuleiten. Da nun einerseits die Bedingungen $(\mathfrak{N}^\circ)$ — vermöge der Gleichungen $(\mathfrak{Q})$ — mit den Bedingungen:

$$(\mathfrak{N}) \qquad \sum_i c_{hi} \xi_i = 0 \qquad (i=1,2,\ldots r)$$

zusammenfallen, und da andrerseits für den Fall $\mathfrak{r}=1$ die Lösbarkeit der Gleichungen $(\mathfrak{N}_1)$ unter den Bedingungen $(\mathfrak{N})$ oben dargethan worden ist, so folgt deren Lösbarkeit für jeden beliebigen Werth des Rationalitäts-Ranges $\mathfrak{r}$.

§. 11.

Das im vorhergehenden Paragraphen entwickelte Resultat,

dass stets ganze Zahlen $w_1, w_2, \ldots w_q$ gefunden werden können, für welche die Werthe von:

$$\sum_k a_{1k} w_k, \ \sum_k a_{2k} w_k, \ \ldots \ \sum_k a_{rk} w_k \qquad (k=1,2,\ldots q)$$

irgend welchen gegebenen, nur den Gleichungen $(\mathfrak{N})$ genügenden, Grössen $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_r$ beliebig nahe kommen,

lässt sich noch in anderer Weise mit Hülfe einer, auch an sich wichtigen, Colonnentransformation des Systems (a_{ik}) begründen.

Um eben diese Transformation auseinanderzusetzen sei zuvörderst bemerkt, dass der Rationalitäts-Rang der Definition nach für Systeme, die im Sinne der Zeilentransformation aequivalent sind, identisch ist; dass er aber offenbar auch ungeändert bleibt, wenn ein System in ein, im Sinne der Colonnentransformation, aequivalentes übergeht.

Nunmehr soll gezeigt werden,

> dass jedes System, dessen (absoluter) Rang grösser ist als der Rationalitäts-Rang, durch Colonnentransformation in ein aequivalentes verwandelt werden kann, welches die Eigenschaft hat, dass bei Weglassung einer bestimmten Colonne der (absolute) Rang um eine Einheit erniedrigt wird, während der Rationalitäts-Rang derselbe bleibt.

Wenn nämlich das System:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

vom (absoluten) Range r und vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$ ist, und die Reihenfolge der Colonnen und Zeilen so bestimmt wird, dass die Determinante der ersten r^2 Elemente a_{ik} von Null verschieden ist, so giebt es unter der Voraussetzung $\mathfrak{r} < r$ (nach §. 7) ganze Zahlen:

$$a_{01}, a_{02}, \ldots a_{0q},$$

für welche die Determinante $(r+1)$ter Ordnung:

$$|a_{lm}| \qquad \begin{pmatrix} l=0,1,2,\ldots r \\ m=k,1,2,\ldots r \end{pmatrix}$$

verschwindet. Das durch Hinzufügung der Zeile ganzzahliger Elemente a_{0k} gebildete System:

$$(a_{hk}) \qquad \begin{pmatrix} h=0,1,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

ist dem ursprünglichen Systeme:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

im Sinne der Zeilentransformation aequivalent; es ist also ebenfalls vom (absoluten) Range r, und es müssen demgemäss alle daraus zu bildenden Determinanten $(r+1)$ter Ordnung — nicht bloss die oben angeführten besonderen — gleich Null sein.

Es sei nun a^0_{00} der grösste gemeinsame Theiler der q Zahlen a_{0k} und:

$$a_{0k} = d_k a^0_{00} \qquad (k=1,2,\ldots q).$$

Ferner seien die q ganzen Zahlen g_k so gewählt, dass:

$$\sum_k a_{0k} g_k = a^0_{00} \qquad (k=1,2,\ldots q)$$

wird. Setzt man dann:

$$a_{i0}^{0} = \sum_k a_{ik} g_k \ , \ a_{ik}^{0} = a_{ik} - d_k \sum_k a_{ik} g_k \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\dots p \\ k=1,2,\dots q \end{pmatrix},$$

so ist:

$$a_{ik} = a_{ik}^{0} + a_{i0}^{0} d_k \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\dots p \\ k=1,2,\dots q \end{pmatrix}.$$

Die beiden Systeme:

$$(a_{il}^{0}) \ , \ (a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\dots p \\ k=1,2,\dots q \\ l=0,1,2,\dots q \end{pmatrix}$$

gehen also durch ganzzahlige lineare Transformation der Colonnen in einander über, d. h. sie sind im Sinne der Colonnentransformation einander aequivalent.

Diese Aequivalenz besteht auch, wenn man die Werthe des Index i auf die ersten r Zahlen beschränkt. Andererseits gelten die Transformations-Gleichungen auch für $i = 0$, wenn:

$$a_{0k}^{0} = 0 \qquad (k=1,2,\dots q)$$

genommen wird. Es sind also auch die Systeme:

$$(a_{jl}^{0}) \ , \ (a_{jk}) \qquad \begin{pmatrix} j=0,1,\dots p \text{ oder } j=0,1,\dots r \\ k=1,2,\dots q \ ; \quad l=0,1,\dots q \end{pmatrix}$$

im Sinne der Colonnentransformation einander aequivalent. Endlich ist das System:

$$(a_{jl}^{0}) \qquad \begin{pmatrix} j=0,1,\dots p \text{ oder } j=0,1,\dots r \\ k=1,2,\dots q; \quad l=0,1,\dots q \end{pmatrix}$$

dem ursprünglichen Systeme:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\dots p \\ k=1,2,\dots q \end{pmatrix}$$

in jenem »weiteren« am Schlusse des §. 6 erläuterten Sinne aequivalent; und das System (a_{jl}^{0}) hat daher ebenso wie das System (a_{ik}) den (absoluten) Rang r und den Rationalitäts-Rang $\mathfrak{r}$.

Bedeuten $i_1, i_2, \dots i_r$ beliebige von den Zahlen $1, 2, \dots p$, und $k_1, k_2, \dots k_r$ beliebige von den Zahlen $1, 2, \dots q$, so besteht offenbar die Determinanten-Relation:

$$|a_{i_0 k_0}^{0}| = a_{00}^{0} \, |a_{ik}^{0}| \qquad \begin{pmatrix} i_0 = 0, i_1, i_2, \dots i_r; \ i = i_1, i_2, \dots i_r \\ k_0 = 0, k_1, k_2, \dots k_r; \ k = k_1, k_2, \dots k_r \end{pmatrix}.$$

Da das System (a_{jl}^{0}) vom (absoluten) Range r ist, so muss die Determinante links, als eine aus diesem Systeme gebildete Determinante $(r+1)$ter Ordnung gleich Null sein; es verschwindet hiernach jede Determinante $r$ter Ordnung, die aus dem Systeme:

$$(a_{ik}^{0}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\dots p \\ k=1,2,\dots q \end{pmatrix}$$

gebildet werden kann, und der (absolute) Rang dieses Systems ist also kleiner als r. Dieser Rang kann aber nicht kleiner als $(r-1)$

sein, weil sonst das System, welches durch Hinzufügung der Colonne:

$$a^0_{10}\,,\; a^0_{20}\,,\; \ldots\; a^0_{p0}$$

entsteht, von niedrigerem als dem $r$ten Range wäre. Der Rang jenes Systems (a^0_{ik}) muss also genau gleich $(r-1)$ sein.

Da der Rationalitäts-Rang des Systems:

$$(a^0_{jl}) \qquad \begin{pmatrix} j=0,1,\ldots r \\ l=0,1,\ldots q \end{pmatrix}$$

gleich $\mathfrak{r}$ ist, so giebt es genau $r-\mathfrak{r}$ von einander linear unabhängige Relationen:

$$(\mathfrak{P}^0) \qquad \sum_j c^0_{\mathfrak{r}+1,j}a^0_{jl} = \mathfrak{a}^0_{\mathfrak{r}+1,l}\,,\; \ldots\; \sum_j c^0_{rj}\,a^0_{jl} = \mathfrak{a}^0_{rl} \qquad \begin{pmatrix} j=0,1,\ldots r \\ l=0,1,\ldots q \end{pmatrix},$$

in denen $\mathfrak{a}^0_{\mathfrak{r}+1,l}, \ldots \mathfrak{a}^0_{rl}$ ganze Zahlen sind. Da ferner a^0_{00} eine ganze Zahl und

$$a^0_{0k} = 0 \qquad (k=1,2,\ldots q)$$

ist, so kann in der ersten jener $r-\mathfrak{r}$ Relationen $(\mathfrak{P}^0)$:

$$c^0_{\mathfrak{r}+1,0} = 1\,,\; c^0_{\mathfrak{r}+1,1} = c^0_{\mathfrak{r}+1,2} = \ldots = c^0_{\mathfrak{r}+1,r} = 0\,,\; \mathfrak{a}^0_{\mathfrak{r}+1,0} = a^0_{00}$$

genommen werden. Die übrigen $r-\mathfrak{r}-1$ Relationen können, bei Weglassung des Werthes $l=0$, folgendermassen dargestellt werden:

$$\sum_i c^0_{\mathfrak{r}+2,i}a^0_{ik} = \mathfrak{a}^0_{\mathfrak{r}+2,k}\,,\; \ldots\; \sum_i c^0_{ri}a^0_{ik} = \mathfrak{a}^0_{rk} \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}.$$

Aber es kann auch keine weitere solche Relation:

$$\sum_i c^0_{r+1,i}a^0_{ik} = \mathfrak{a}^0_{r+1,k} \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

bestehen; denn sonst würde eine $(r-\mathfrak{r}+1)$te Relation:

$$\sum_j c^0_{r+1,j}a^0_{jl} = \mathfrak{a}^0_{r+1,l} \qquad \begin{pmatrix} j=0,1,\ldots r \\ l=0,1,\ldots q \end{pmatrix}$$

für das System (a^0_{jl}) folgen, wenn für $l=0$ der ganzzahlige Werth von $\mathfrak{a}^0_{r+1,0}$ beliebig angenommen und dann der Werth von $c^0_{r+1,0}$ gemäss der Gleichung:

$$c^0_{r+1,0}a^0_{00} + \sum_i c^0_{r+1,i}a^0_{i0} = \mathfrak{a}^0_{r+1,0} \qquad (i=1,2,\ldots r)$$

bestimmt wird. Es bestehen hiernach für die Zeilen des Systems:

$$(a^0_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

nur genau $r-\mathfrak{r}-1$ Relationen der angegebenen Art, und eben dieses System (a^0_{ik}), dessen (absoluter) Rang gleich $r-1$ ist, hat daher den Rationalitäts-Rang: $r-1-(r-\mathfrak{r}-1)$, d. h. den Rationalitäts-Rang $\mathfrak{r}$.

Es hat also das dem gegebenen Systeme vom (absoluten) Range r und vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$:

$$(a_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

(im Sinne der Colonnentransformation) aequivalente System:

$$(a^0_{il}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ l=0,1,\ldots q \end{pmatrix}$$

in der That die Eigenschaft, dass bei Weglassung der durch den Index $l = 0$ bezeichneten Colonne ein System:

$$(a^0_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

resultirt, welches vom (absoluten) Range $r - 1$ und vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$ ist.

Der oben aufgestellte Satz ist hiermit vollständig bewiesen, und es kann nun aus demselben unmittelbar der allgemeinere Satz gefolgert werden,

($\mathfrak{S}$) dass jedes System vom (absoluten) Range r und vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$ durch Colonnentransformation in ein aequivalentes verwandelt werden kann, aus welchem bei Weglassung bestimmter $(r - \mathfrak{r})$ Colonnen ein System entsteht, dessen (absoluter) Rang, mit dem Rationalitäts-Range übereinstimmend, den Werth $\mathfrak{r}$ hat.

In dem Systeme, welches diesem Satze gemäss, bei Weglassung von $(r - \mathfrak{r})$ Colonnen, für den Fall $\mathfrak{r} = 0$ resultirt, müssen, da der (absolute) Rang gleich Null ist, sämmtliche Elemente gleich Null sein; es folgt also,

($\mathfrak{S}^0$) dass jedes System vom Rationalitäts-Range *Null* durch Colonnentransformation in ein aequivalentes verwandelt werden kann, welches nur so viel Colonnen enthält, als der Rationalitäts-Rang angiebt.

Dieser speciellere Satz, dessen eigentliche Quelle hier aufgezeigt worden, findet sich schon in meinen früheren Arbeiten;[1] er ist vollkommen identisch mit dem Satze, dass jedes aus linearen homogenen Functionen beliebig vieler Variabeln mit ganzzahligen Coefficienten gebildete Divisorensystem auf ein solches reducirt werden kann, in welchem die Anzahl der Elemente mit der Stufenzahl übereinstimmt. Denn wenn die Elemente a_{ik} sämmtlich ganze Zahlen sind, so ist der Rationalitäts-Rang des Systems (a_{ik}) gleich Null. Nun sind zwei Divisorensysteme.

---

[1] Vergl. No. VII und VIII meiner vorigen Mittheilung: »Die Periodensysteme von Functionen reeller Variabeln«.

$$(\mathfrak{D}) \qquad \left(\sum_i a_{i1}\mathfrak{R}_i\,,\ \sum_i a_{i2}\mathfrak{R}_i\,,\ \ldots\ \sum_i a_{iq}\mathfrak{R}_i\right)$$
$$(\mathfrak{D}^0) \qquad \left(\sum_i a^0_{i1}\mathfrak{R}_i\,.\ \sum_i a^0_{i2}\mathfrak{R}_i\,,\ \ldots\ \sum_i a^0_{iq'}\mathfrak{R}_i\right) \qquad (i=1,2,\ldots p)$$

einander aequivalent (vergl. §. 5), wenn die Elemente des einen Systems homogene lineare ganzzahlige Functionen der Elemente des anderen sind, d. h. wenn Gleichungen:

$$\sum_k g_{kk'} \sum_i a_{ik}\mathfrak{R}_i = \sum_i a^0_{ik'}\mathfrak{R}_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,\ldots p \\ k = 1,2,\ldots q \\ k' = 1,2,\ldots q' \end{pmatrix}$$
$$\sum_{k'} g^0_{k'k} \sum_i a^0_{ik'}\mathfrak{R}_i = \sum_i a_{ik}\mathfrak{R}_i$$

bestehen, in denen $g_{kk'}$ und $g^0_{k'k}$ ganze Zahlen bedeuten. Alsdann sind aber gemäss §. 5 die beiden Coefficienten-Systeme:

$$(a_{ik})\ ,\ (a^0_{ik'}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,\ldots p \\ k = 1,2,\ldots q \\ k' = 1,2,\ldots q' \end{pmatrix}$$

im Sinne der Colonnentransformation einander aequivalent, weil sie durch die ganzzahligen Transformationsgleichungen:

$$a^0_{ik'} = \sum_k a_{ik}g_{kk'}\ ,\ a_{ik} = \sum_{k'} a^0_{ik'}g^0_{k'k} \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,\ldots p \\ k = 1,2,\ldots q \\ k' = 1,2,\ldots q' \end{pmatrix}$$

mit einander verbunden sind. Da nun nach jenem (specielleren) Satze $(\mathfrak{S}^0)$ stets Systeme $(a^0_{ik'})$ existiren, für welche die hier mit q' bezeichnete Anzahl der Colonnen mit der Rangzahl r übereinstimmt, so folgt, dass in der That für jedes Divisorensystem $(\mathfrak{D})$ aequivalente Divisorensysteme $(\mathfrak{D}^0)$ existiren, die nur aus so viel Elementen bestehen, als die Stufenzahl des Systems angiebt.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, dass der oben bewiesene allgemeinere Satz $(\mathfrak{S})$ auch aus dem specielleren $(\mathfrak{S}^0)$ gefolgert werden kann.

Wenn nämlich das System (a_{ik}) den (absoluten) Rang r und den Rationalitäts-Rang $\mathfrak{r}$ hat, so bestehen — gemäss der Bedeutung der Zahlen r und $\mathfrak{r}$ — genau $p-\mathfrak{r}$ linear unabhängige Relationen:

$$(\mathfrak{P}') \qquad \sum_i c'_{hi}a_{ik} = \mathfrak{a}_{hk} \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1,\ldots p \\ i = 1,2,\ldots p \\ k = 1,2,\ldots q \end{pmatrix},$$

in welchen

$$\mathfrak{a}_{\mathfrak{r}+1,k}\,,\ \mathfrak{a}_{\mathfrak{r}+2,k}\,,\ \ldots\ldots\ \mathfrak{a}_{rk} \qquad (k=1,2,\ldots q)$$

positive ganze Zahlen, und

$$\mathfrak{a}_{r+1,k}\,,\ \mathfrak{a}_{r+2,k}\,,\ \ldots\ldots\ \mathfrak{a}_{pk} \qquad (k=1,2,\ldots q)$$

sämmtlich gleich Null sind. Diese $p-\mathfrak{r}$ linearen Relationen $(\mathfrak{P}')$ sind aber auch dafür charakteristisch, dass das System (a_{ik}) den (absoluten) Rang r und den Rationalitäts-Rang $\mathfrak{r}$ hat.

Das System der $(r-\mathfrak{r})q$ positiven ganzen Zahlen:

$$(\mathfrak{a}_{hk}) \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix},$$

hat, weil es aus lauter ganzzahligen Elementen besteht, den Rationalitäts-Rang Null. Aber der (absolute) Rang ist gleich der Anzahl der Zeilen, also gleich $r-\mathfrak{r}$; denn zwischen den $r-\mathfrak{r}$ Zeilen des Systems kann keine lineare Relation:

$$\sum_h \gamma_h \mathfrak{a}_{hk} = 0 \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

bestehen; sonst würde nämlich, wenn

$$\sum_h \gamma_h c'_{hi} = c''_i \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=1,2,\ldots p \end{pmatrix}$$

gesetzt wird, aus den Gleichungen $(\mathfrak{P}')$ die lineare Relation:

$$\sum_i c''_i a_{ik} = 0 \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

folgen, und diese würde als eine $(p-r+1)$te zu jenen $(p-r)$ Relationen hinzukommen, die in $(\mathfrak{P}')$ für $h=r+1, r+2, \ldots p$ enthalten sind: der (absolute) Rang des Systems (a_{ik}) würde also kleiner als r sein.

Jenem specielleren Satze $(\mathfrak{S}^0)$ gemäss giebt es nun ein nur $r-\mathfrak{r}$ Colonnen enthaltendes, im Sinne der Colonnentransformation dem Systeme $(\mathfrak{a}_{hk})$ aequivalentes System:

$$(\mathfrak{a}^0_{hf}) \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \end{pmatrix}.$$

Es giebt daher Transformations-Relationen:

$$\mathfrak{a}^0_{hf} = \sum_k \mathfrak{a}_{hk}\mathfrak{g}_{kf}, \quad \mathfrak{a}_{hk} = \sum_f \mathfrak{a}^0_{hf}\mathfrak{g}^0_{fk} \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots r \\ k=1,2\ldots\ldots q \end{pmatrix},$$

mit ganzzahligen Coefficienten $\mathfrak{g}_{kf}, \mathfrak{g}^0_{fk}$, und wenn diese Coefficienten $\mathfrak{g}_{kf}, \mathfrak{g}^0_{fk}$ zur Transformation des Systems (a_{ik}) in ein im Sinne der Colonnen-Transformation aequivalentes System (a^0_{ik}) benutzt werden, indem

$$\begin{aligned} a^0_{if} &= \sum_k a_{ik}\mathfrak{g}_{kf} \\ a^0_{ig} &= a_{ig} - \sum_f a^0_{if}\mathfrak{g}^0_{fg} \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ g=r-\mathfrak{r}+1,\ldots q \\ i=1,2,\ldots\ldots\ldots p \\ k=1,2,\ldots\ldots\ldots q \end{pmatrix}$$

gesetzt wird, so erhält man mit Hülfe der Relationen $(\mathfrak{P}')$ die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \sum_i c'_{hi} a^0_{if} &= \mathfrak{a}^0_{hf} \\ \sum_i c'_{hi} a^0_{ig} &= \sum_i c'_{hi} a_{ig} - \sum_{i,f} c'_{hi} a^0_{if}\mathfrak{g}^0_{fg} \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ g=r-\mathfrak{r}+1,\ldots q \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots r \\ i=1,2,\ldots\ldots\ldots p \\ k=1,2,\ldots\ldots\ldots q \end{pmatrix},$$

die auch noch für $h>r$ gelten, wenn für diese Werthe von h die Grössen $\mathfrak{a}^0_{hf}$ gleich Null gesetzt werden. Nun ist ferner:

$$\sum_i c'_{hi} a_{ig} = \mathfrak{a}_{hg},$$

$$\sum_{i,f} c'_{hi} a^0_{if} \mathfrak{g}^0_{fk} = \sum_{i,k,f} c'_{hi} a_{ik} \mathfrak{g}_{kf} \mathfrak{g}^0_{fg} = \sum_{k,f} \mathfrak{a}_{hk} \mathfrak{g}_{kf} \mathfrak{g}^0_{fg} = \sum_f \mathfrak{a}^0_{hf} \mathfrak{g}^0_{fg} = \mathfrak{a}_{hg};$$
$$(f = 1, 2, \ldots r - \mathfrak{r};\ g = r - \mathfrak{r} + 1, \ldots q;\ h = \mathfrak{r} + 1, \mathfrak{r} + 2, \ldots p;\ i = 1, 2, \ldots p;\ k = 1, 2, \ldots q)$$

es wird daher:

$$\sum_i c'_{hi} a^0_{ig} = 0 \qquad \begin{pmatrix} g = r - \mathfrak{r} + 1, \ldots q \\ h = \mathfrak{r} + 1, \ldots\ldots r \\ i = 1, 2, \ldots\ldots p \end{pmatrix},$$

und die für das System (a^0_{ik}) geltenden linearen Relationen lassen sich also in folgender Weise darstellen:

$$(\mathfrak{P}'_0) \qquad \sum_i c'_{hi} a^0_{ik} = \mathfrak{a}^0_{hk} \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r} + 1, \ldots p \\ i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

wenn:

$$\begin{aligned} \mathfrak{a}^0_{hf} &= \sum_k \mathfrak{a}_{hk} \mathfrak{g}_{kf} \\ \mathfrak{a}^0_{hg} &= 0 \\ \mathfrak{a}^0_{ik} &= 0 \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} f = 1, 2, \ldots r - \mathfrak{r} \\ g = r - \mathfrak{r} + 1, \ldots q \\ h = \mathfrak{r} + 1, \ldots\ldots r \\ i = r + 1, \ldots\ldots p \\ k = 1, 2, \ldots\ldots q \end{pmatrix}$$

genommen wird. Das System (a^0_{ik}) hat demnach die in dem allgemeineren Satze $(\mathfrak{S})$ angegebene Eigenschaft, dass bei Weglassung der ersten, den Werthen $k = 1, 2, \ldots r - \mathfrak{r}$ entsprechenden, Colonnen ein System:

$$(a^0_{ig}) \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots\ldots p \\ g = r - \mathfrak{r} + 1, \ldots q \end{pmatrix}$$

resultirt, für welches keine anderen linearen Relationen als die folgenden $p - \mathfrak{r}$ bestehen:

$$\sum_{i=1}^{i=p} c'_{hi} a^0_{ig} = 0 \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r} + 1, \mathfrak{r} + 2, \ldots p \\ g = r - \mathfrak{r} + 1, \ldots q \end{pmatrix},$$

und welches daher vom (absoluten) Range $\mathfrak{r}$ und dabei zugleich vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$ ist.

§. 12.

Nimmt man, wie im §. 5, an Stelle des Gleichungssystems:

$$(\mathfrak{G}) \qquad \sum_k a_{ik} w_k = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix}$$

ein Gleichungssystem:

$$(\mathfrak{G}^0) \qquad \sum_k a^0_{ik} w^0_k = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots p \\ k = 1, 2, \ldots q \end{pmatrix},$$

in welchem das Coefficienten-System (a^0_{ik}) die im vorigen Paragraphen angegebene Beschaffenheit hat, so wird vermöge der mit $(\mathfrak{P}'_0)$ bezeichneten linearen Relationen:

$$\sum_{i,k} c'_{hi} a^0_{ik} w^0_k = \sum_k \mathfrak{a}^0_{hk} w^0_k = \sum_i c'_{hi}(\xi_i - \phi_i) \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots p \\ i = 1, 2, \dots p \\ k = 1, 2, \dots q \end{pmatrix}.$$

Da $\mathfrak{a}^0_{hk}$

für jeden Werth von h, wenn $k > r - \mathfrak{r}$ ist, und

für jeden Werth von k, wenn $h > r$ ist,

den Werth *Null* hat, so reduciren sich die Gleichungen auf folgende:

$$\begin{array}{l} \sum_i c'_{hi}(\xi_i - \phi_i) = \sum_i \mathfrak{a}^0_{hf} w^0_f \\ \sum_i c'_{ji}(\xi_i - \phi_i) = 0 \end{array} \qquad \begin{pmatrix} f = 1, 2, \dots r - \mathfrak{r} \\ h = \mathfrak{r}+1, \dots\dots r \\ i = 1, 2, \dots\dots p \\ j = r+1, \dots\dots p \end{pmatrix};$$

es müssen daher, da ja die Grössen ϕ beliebig klein werden sollen, die gegebenen Grössen ξ nothwendig den Bedingungen:

$$\begin{array}{ll} (\mathfrak{T}) & \sum_i c'_{hi}\xi_i = \sum_f \mathfrak{a}^0_{hf} w^0_f \\ (\mathfrak{T}^0) & \sum_i c'_{ji}\xi_i = 0 \end{array} \qquad \begin{pmatrix} f = 1, 2, \dots r - \mathfrak{r} \\ h = \mathfrak{r}+1, \dots\dots r \\ i = 1, 2, \dots\dots p \\ j = r+1, \dots\dots p \end{pmatrix}$$

genügen, wenn das Gleichungssystem $(\mathfrak{G})$ in ganzen Zahlen w lösbar sein soll.

I. Nimmt man nun zuvörderst:

$$w^0_f = 0 \qquad (f = 1, 2, \dots r - \mathfrak{r}),$$

so gehen die p Gleichungen $(\mathfrak{G}^0)$ in folgende über:

$$\sum_g a^0_{ig} w^0_g = \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \dots\dots p \\ g = r - \mathfrak{r} + 1 \dots q \end{pmatrix},$$

mit den $(p - \mathfrak{r})$ Bedingungen:

$$\sum_i c'_{hi}\xi_i = 0 \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \mathfrak{r}+2 \dots p \\ i = 1, 2, \dots\dots\dots p \end{pmatrix}.$$

Man braucht aber nur den $\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$\sum_g a^0_{1g} w^0_g = \xi_1 - \phi_1, \sum_g a^0_{2g} w^0_g = \xi_2 - \phi_2, \dots \sum_g a^0_{\mathfrak{r}g} w^0_g = \xi_{\mathfrak{r}} - \phi_{\mathfrak{r}} \quad (g = r - \mathfrak{r} + 1, \dots q)$$

durch passende Werthe der $q - r + \mathfrak{r}$ Zahlen w^0_g Genüge zu thun. Denn, setzt man dann:

$$\xi_i - \sum_g a^0_{ig} w^0_g = \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i = \mathfrak{r}+1, \dots\dots p \\ g = r - \mathfrak{r}+1, \dots q \end{pmatrix},$$

so wird:

$$\sum_i c'_{hi}\phi_i = \sum_i c'_{hi}\xi_i - \sum_{i,g} c'_{hi} a^0_{ig} w^0_g \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots\dots p \\ i = 1, 2 \dots\dots\dots p \\ g = r - \mathfrak{r} + 1 \dots q \end{pmatrix};$$

da nun erstens die Grössen ξ durch die Bedingungen:

$$\sum_i c'_{hi}\xi_i = 0 \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \dots p \\ i = 1, 2 \dots p \end{pmatrix}$$

mit einander verbunden sind, und da zweitens zwischen den Coefficienten a^0_{ik} gemäss $(\mathfrak{P}'_0)$ §. 11 die Relationen:

$$\sum_i c'_{hi} a^0_{ig} = \mathfrak{a}^0_{hg} = 0 \qquad \begin{pmatrix} h = \mathfrak{r}+1, \mathfrak{r}+2 \dots p \\ i = 1, 2, \dots\dots p \\ g = r - \mathfrak{r} + 1 \dots q \end{pmatrix}$$

bestehen, so resultiren die $(p-\mathfrak{r})$ Gleichungen:

$$\sum_i c'_{hi}\phi_i = 0 \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots p \\ i=1,2,\ldots\ldots p \end{pmatrix},$$

aus denen hervorgeht, dass

$$\phi_{\mathfrak{r}+1},\ \phi_{\mathfrak{r}+2},\cdots \phi_p$$

beliebig klein und also auch die $p-\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$\sum_g a^0_{ig} w^0_g = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots\ldots p \\ g=r-\mathfrak{r}+1,\ldots q \end{pmatrix}$$

näherungsweise erfüllt werden, wenn $\phi_1 . \phi_2 \ldots\ldots \phi_{\mathfrak{r}}$ beliebig klein, d. h. wenn die $\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$\sum_g a^0_{ig} w^0_g = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots\ldots\ldots\mathfrak{r} \\ g=r-\mathfrak{r}+1,\ldots q \end{pmatrix}$$

näherungsweise erfüllt sind.

Die näherungsweise Auflösung von $\mathfrak{r}$ Gleichungen, vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$, ist aber schon im §. 9 gegeben worden, und gemäss den im §. 11 enthaltenen Entwickelungen ist für das System:

$$(a^0_{ig}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots\mathfrak{r} \\ g=r-\mathfrak{r}+1,\ldots q \end{pmatrix}$$

in der That sowohl der (absolute) Rang als auch der Rationalitäts-Rang gleich $\mathfrak{r}$.

II. Werden nun ferner für $w^0_1, w^0_2, \ldots\ldots w^0_{r-\mathfrak{r}}$ beliebige ganze Zahlen genommen, so braucht man nur nach der im §. 9 angegebenen Weise dem Systeme von $\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$\sum_g a^0_{ig} w^0_g = -\sum_f a^0_{if} w^0_f + \xi_i - \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2\ldots\ldots\ldots\ldots\mathfrak{r} \\ f=1,2\ldots\ldots r-\mathfrak{r} \\ g=r-\mathfrak{r}+1\ldots q \end{pmatrix},$$

dessen Rationalitäts-Rang gleich $\mathfrak{r}$ ist, durch geeignete Werthe der $q-r+\mathfrak{r}$ Zahlen w^0_g Genüge zu thun. Denn, setzt man dann:

$$\xi_i - \sum_k a^0_{ik} w^0_k = \phi_i \qquad \begin{pmatrix} i=\mathfrak{r}+1,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix},$$

so wird:

$$\sum_i c'_{hi}\phi_i = \sum_i c'_{hi}\xi_i - \sum_{i,k} c'_{hi} a^0_{ik} w^0_k \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots p \\ i=1,2\ldots\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix};$$

es ist also wegen der Gleichungen $(\mathfrak{P}'_0)$ im §. 11 für $h \leqq r$:

$$\sum_i c'_{hi}\phi_i = \sum_i c'_{hi}\xi_i - \sum_f \mathfrak{a}^0_{hf} w^0_f \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots r \\ i=1,2\ldots\ldots\ldots p \end{pmatrix}$$

und für $j > r$:

$$\sum_i c'_{ji}\phi_i = \sum_i c'_{ji}\xi_i \qquad \begin{pmatrix} j=r+1,\ldots p \\ i=1,2,\ldots p \end{pmatrix}.$$

Vermöge der oben mit ($\mathfrak{T}$) und ($\mathfrak{T}^\circ$) bezeichneten Bedingungen, welche zwischen den gegebenen Grössen ξ bestehen müssen, erfüllen daher $\phi_{\mathfrak{r}+1}, \phi_{\mathfrak{r}+2}, \ldots \phi_p$ die $p-\mathfrak{r}$ Bedingungen:

$$\sum_i c'_{hi}\phi_i = 0 \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots p \\ i=1,2,\ldots p \end{pmatrix},$$

aus denen, wie oben, zu erschliessen ist, dass näherungsweise nicht bloss die $\mathfrak{r}$ Gleichungen:

$$\sum_k a^0_{1k}w^0_k = \xi_1, \; \sum_k a^0_{2k}w^0_k = \xi_2, \ldots \sum_k a^0_{\mathfrak{r}k}w^0_k = \xi_{\mathfrak{r}} \qquad (k=1,2,\ldots q),$$

sondern alle p Gleichungen:

$$\sum_k a^0_{ik}w^0_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

erfüllt werden.

Hiermit sind die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen der näherungsweisen Lösbarkeit eines Gleichungssystems:

$$(\mathfrak{G}) \qquad \sum_k a_{ik}w_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

oder eines damit aequivalenten Gleichungssystems:

$$(\mathfrak{G}^\circ) \qquad \sum_k a^0_{ik}w^0_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

vollständig dargelegt, und es ist auch gezeigt worden, wie man im Falle der Lösbarkeit ganze Zahlen w_k finden kann, für welche die sämmtlichen p Differenzen:

$$\sum_k a_{ik}w_k - \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

beliebig klein werden. Es ist nun klar, dass alle Systeme von Zahlen w_k aus irgend einem abgeleitet werden können, indem man dieses eine mit allen denjenigen Systemen von ganzen Zahlen $\mathfrak{w}_k$ verbindet, welche die linearen homogenen Gleichungen:

$$\sum_k a_{ik}\mathfrak{w}_k = 0 \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

näherungsweise erfüllen. Die näherungsweise Auflösung linearer homogener Gleichungen habe ich aber schon in meinen beiden in den Comptes Rendus der Pariser Akademie veröffentlichten Aufsätzen vom Januar 1883 und November 1884 allgemein entwickelt.

§. 13.

Die im vorigen Paragraphen mit ($\mathfrak{T}$) und ($\mathfrak{T}^\circ$) bezeichneten Relationen, denen die gegebenen Grössen ξ genügen müssen, damit die Gleichungen ($\mathfrak{G}^\circ$) in ganzen Zahlen w näherungsweise lösbar seien,

können auf eine andere Form gebracht werden, in welcher ihre eigentliche Bedeutung klarer hervortritt.

Bezeichnet man nämlich mit

$$(\mathfrak{a}'_{fh}) \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots r \end{pmatrix}$$

das zu

$$(\mathfrak{a}^{\circ}_{fh}) \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots r \end{pmatrix}$$

conjugirte System, so besteht die Gleichung:

$$\sum_h \mathfrak{a}'_{fh}\mathfrak{a}^{\circ}_{hk} = \delta_{fk} \qquad \begin{pmatrix} f,k=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots\ldots r \end{pmatrix}$$

und diese gilt auch für $k>r-\mathfrak{r}$, weil alsdann $\mathfrak{a}^{\circ}_{hk}=0$ wird. Gemäss den Gleichungen $(\mathfrak{P}'_0)$ und $(\mathfrak{T})$ wird hiernach:

$$\begin{aligned} &\sum_{h,i} \mathfrak{a}'_{fh}c'_{hi}\mathfrak{a}^{\circ}_{ik} = \delta_{fk} \\ &\sum_{h,i} \mathfrak{a}'_{fh}c'_{hi}\xi_i = \sum_{h,f'} \mathfrak{a}'_{fh}\mathfrak{a}^{\circ}_{hf'}w^{\circ}_{f'} = w^{\circ}_f \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} f,f'=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=1,2,\ldots .p \\ k=1,2,\ldots .q \end{pmatrix},$$

und diese Gleichungen gehen, wenn

$$\sum_h \mathfrak{a}'_{fh}c'_{hi} = a'_{\mathfrak{r}+f,i} \qquad \begin{pmatrix} f=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots .r \\ i=1,2\ldots\ldots p \end{pmatrix}$$

gesetzt wird, in folgende über:

$$\begin{aligned} &\sum_i a'_{hi}a^{\circ}_{ik} = \delta_{h-\mathfrak{r},k} \\ &\sum_i a'_{hi}\xi_i = w^{\circ}_{h-\mathfrak{r}} \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=1,2,\ldots .p \\ k=1,2,\ldots .q \end{pmatrix}.$$

An die Stelle der Gleichungen $(\mathfrak{P}'_0)$, $(\mathfrak{T})$, $(\mathfrak{T}^{\circ})$ treten hiernach, wenn

$$\mathfrak{g}_h \text{ statt } w^{\circ}_{h-\mathfrak{r}}$$

und der Geichförmigkeit wegen a'_{ji} statt c'_{ji} $\begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ j=r+1,\ldots p \\ i=1,2,\ldots .p \end{pmatrix}$

gesetzt wird, die Relationen:

$$(\mathfrak{U}) \quad \begin{aligned} &\sum_i a'_{hi}a^{\circ}_{ik} = \delta_{h-\mathfrak{r},k} \\ &\sum_i a'_{ji}a^{\circ}_{ik} = 0. \end{aligned}$$

$$(\mathfrak{V}) \quad \begin{aligned} &\sum_i a'_{hi}\xi_i = \mathfrak{g}_h \\ &\sum_i a'_{ji}\xi_i = 0 \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ j=r+1,\ldots p \\ i=1,2,\ldots .p \\ k=1,2,\ldots .q \end{pmatrix},$$

in denen $\mathfrak{g}_{\mathfrak{r}+1}, \mathfrak{g}_{\mathfrak{r}+2}, \ldots \mathfrak{g}_r$ beliebige ganze Zahlen bedeuten, und das hiermit erlangte Resultat kann folgendermaassen formulirt werden:

»*Die näherungsweise Auflösung eines Systems von p Gleichungen (vergl. §. 5 und §. 12):*

$$(\mathfrak{G}) \qquad \sum_k a_{ik}w_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

in ganzen Zahlen $w_1, w_2, \ldots w_q$ kann mittels ganzzahliger Transformationen (vergl. §. 5):

$$a_{ik} = \sum_{k'} a^{\circ}_{ik'}g^{\circ}_{k'k}, \quad w_k = \sum_{k'} g_{kk'}w^{\circ}_{k'} \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k,k'=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

auf die näherungsweise Auflösung eines aequivalenten Gleichungssystems:

$$(\mathfrak{G}^0) \qquad \sum_k a^0_{ik} w^0_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

zurückgeführt werden, dessen Coefficienten so beschaffen sind, dass $p(p-\mathfrak{r})$ *Grössen:*

$$a'_{hi} \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots p \\ i=1,2,\ldots\ldots p \end{pmatrix}$$

existiren, für welche:

$$(\mathfrak{U}_1) \qquad \sum_{i=1}^{i=p} a'_{\mathfrak{r}+1,i}\, a_{i1} = 1\,,\ \sum_{i=1}^{i=p} a'_{\mathfrak{r}+2,i}\, a_{i2} = 1\,,\ldots\ldots \sum_{i=1}^{i=p} a'_{ri}\, a_{i,r-\mathfrak{r}} = 1$$

und aber:

$$(\mathfrak{U}_0) \qquad \sum_{i=1}^{i=p} a'_{hi}\, a^0_{ik} = 0 \qquad (h=\mathfrak{r}+1,\ldots p)$$

wird, wenn h *und* $\mathfrak{r}+k$ *verschiedene Werthe haben. Da alsdann:*

$$\sum_{i,k} a'_{hi}\, a^0_{ik}\, w^0_k = \sum_i a'_{hi}\,\xi_i \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1\ldots r \\ i=1,2,\ldots p \end{pmatrix}$$

ist, so muss $\sum_i a'_{hi}\xi_i$ *gleich* $w^0_{h-\mathfrak{r}}$ *oder gleich Null werden, je nachdem* $h \leq r$ *oder* $h > r$ *ist. Die gegebenen Grössen* ξ *müssen also, wenn die Gleichungen* ($\mathfrak{G}$) *mit beliebiger Annäherung lösbar sein sollen, nothwendig die Bedingungen erfüllen, dass die* $r-\mathfrak{r}$ *linearen Functionen:*

$$\sum_{i=1}^{i=p} a'_{\mathfrak{r}+1,i}\,\xi_i\,,\ \sum_{i=1}^{i=p} a'_{\mathfrak{r}+2,i}\,\xi_i\,,\ \ldots\ldots\ \sum_{i=1}^{i=p} a'_{ri}\,\xi_i$$

irgend welche ganzzahlige Werthe, und dass die $p-r$ *linearen Functionen:*

$$\sum_{i=1}^{i=p} a'_{r+1,i}\,\xi_i\,,\ \sum_{i=1}^{i=p} a'_{r+2,i}\,\xi_i\,,\ \ldots\ldots\ \sum_{i=1}^{i=p} a'_{pi}\,\xi_i$$

den Werth Null haben. Andererseits lassen sich, wenn die gegebenen Grössen ξ *diese Bedingungen erfüllen, die Gleichungen* ($\mathfrak{G}$) *oder* ($\mathfrak{G}^0$) *stets nach der in den vorhergehenden Paragraphen (§§. 9 bis 12) entwickelten Methode mit beliebiger Annäherung auflösen.*

Die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen der Lösbarkeit der Gleichungen ($\mathfrak{G}$) *sind hiermit nochmals, aber in einer anderen Form als am Schlusse von §. 12, aufgestellt worden, und zwar namentlich deshalb, um die daraus resultirende Beschränkung der Wahl der Grössen* ξ *ersichtlich zu machen. Es können nämlich, wie sich hier deutlich gezeigt hat, z. B.* $\mathfrak{r}$ *von den Grössen* ξ *ganz beliebig angenommen werden; die Wahl von ferneren* $r-\mathfrak{r}$ *Grössen* ξ *wird dann bloss durch Rationalitäts-Beziehungen beschränkt, aber die noch verbleibenden* $p-r$ *Grössen* ξ *sind auch dem Werthe nach durch die ersten* r *Grössen* ξ *vollständig bestimmt.«*

In diesem Resultate tritt die wesentliche Bedeutung der in den §§. 5 und 7 entwickelten Begriffe des »absoluten« und des »Rationalitäts-

Ranges« klar hervor. Denn durch die Bedingungen ($\mathfrak{A}_1$) und ($\mathfrak{A}_0$) wird das aufzulösende Gleichungssystem als

»vom (absoluten) Range r und vom Rationalitäts-Range $\mathfrak{r}$«

charakterisirt, und eben dieselben Zahlen r und $\mathfrak{r}$ haben eine maassgebende Bedeutung für den Grad der Verfügbarkeit über die p Grössen ξ, denen die p linearen Functionen:

$$\sum_k a_{ik} w_k \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

durch passende ganzzahlige Werthe von $w_1, w_2, \ldots w_q$ beliebig nahe gebracht werden sollen.

Auch zeigt sich dabei die Analogie, welche zwischen den beiden Rangzahlen (r und $\mathfrak{r}$) eines Gleichungssystems, in Bezug auf ihre Bedeutung für dessen Auflösbarkeit, besteht. Denn während bei dem Problem, die linearen Gleichungen:

$$\sum_k a_{ik} z_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

durch irgend welche Werthe der Unbekannten $z_1, z_2, \ldots z_q$ aufzulösen, die Anzahl der ganz beliebig zu bestimmenden Grössen ξ_i gleich dem (absoluten) Range r ist, reducirt sich diese Anzahl bei dem Problem, die Gleichungen:

$$\sum_k a_{ik} w_k = \xi_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

näherungsweise in ganzen Zahlen $w_1, w_2, \ldots w_q$ aufzulösen, auf die Zahl $\mathfrak{r}$, welche den Rationalitäts-Rang des Gleichungssystems bezeichnet.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass in diesem wie im vorhergehenden Paragraphen die Anzahl der Colonnen des transformirten Systems (a^0_{ik}) stets mit demselben Buchstaben q bezeichnet worden ist wie die Anzahl der Colonnen des ursprünglichen Systems (a_{ik}), obgleich aus der Begründung des Satzes ($\mathfrak{S}$) im §. 11 nicht hervorgeht, dass die dortige Colonnentransformation auch so bewirkt werden kann, dass dabei die Anzahl der Colonnen nicht vergrössert wird. Nun ist es zwar für die entwickelten Resultate ohne wesentliche Bedeutung, ob die Anzahl der Colonnen des Systems (a^0_{ik}) gleich derjenigen der Colonnen des Systems (a_{ik}) oder grösser als diese ist. Doch ist auch leicht zu zeigen, dass in der That aus jedem Systeme (a_{ik}) durch Colonnentransformation ein aequivalentes System (a^0_{ik}) gebildet werden kann, welches die in jenem Satze ($\mathfrak{S}$) angegebene Eigenschaft und dabei nicht mehr Colonnen hat als das ursprüngliche System. Man braucht nämlich zu diesem Zwecke nur q^2 ganzzahlige Coefficienten $g_{kk'}$ der am Schlusse von §. 5 angegebenen Colonnentransformation so zu bestimmen, dass deren Determinante gleich *Eins* und zugleich:

$$\sum_k g_k g_{kk'} = \delta_{1k'} \qquad (k, k' = 1, 2, \ldots q)$$

wird, wo $g_1, g_2, \ldots g_q$ die im §. 11 angegebene Bedeutung haben; und dies ist stets möglich. Denn wenn man irgend ein System von q^2 ganzen Zahlen bestimmt, in welchem die q Zahlen $g_1, g_2, \ldots g_q$ die erste Zeile bilden, und dessen Determinante gleich *Eins* ist, so kann man für die Zahlen $g_{kk'}$ die q^2 Adjungirten eines solchen Systems nehmen.

§. 14.

In den vorhergehenden Paragraphen ist von der Umwandlung der gegebenen Gleichungen durch Zeilentransformation desshalb nicht Gebrauch gemacht worden, weil sie bei manchen Anwendungen, z. B. bei der Frage der Periodensysteme von Functionen complexer Variabeln, nicht in ihrer vollen Allgemeinheit zulässig ist. Aber eben diese Umwandlung gewährt einige formale Vereinfachungen bei der Deduction, und dies soll hier noch kurz dargelegt werden.

Gemäss den Ausführungen im §. 6 kann aus dem Systeme:

$$(a^0_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

mittels der Zeilentransformation ein aequivalentes System:

$$(b^0_{ik}) \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots p \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix}$$

abgeleitet werden, welches mit dem ersteren durch die Relationen:

$$\begin{aligned} \sum_i a'_{hi} a^0_{ik} &= b^0_{hk} \\ a^0_{gk} - \sum_i a^0_{g,h-\mathfrak{r}} b^0_{hk} &= b^0_{gk} \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} g=1,2,\ldots\ldots \mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=1,2,\ldots\ldots p \\ k=1,2,\ldots\ldots q \end{pmatrix}$$

verbunden ist. Alsdann ist nach §. 13 ($\mathfrak{U}$):

$$b^0_{hk} = \delta_{h-\mathfrak{r},k} \qquad \begin{pmatrix} h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ k=1,2,\ldots\ldots q \end{pmatrix}$$

und folglich $b_{gk} = 0$, für $h-\mathfrak{r} = k$, d. h. also für die Werthe $k = 1, 2, \ldots r-\mathfrak{r}$. Da hiernach

$$b^0_{gk} = 0 \qquad \begin{pmatrix} g=1,2,\ldots\ldots \mathfrak{r} \\ k=1,2,\ldots r-\mathfrak{r} \end{pmatrix}$$

ist, so resultirt, wenn man

$$\begin{aligned} \sum_i a'_{hi} \xi_i &= \eta_h \\ \xi_g - \sum_h a^0_{g,h-\mathfrak{r}} \eta_h &= \eta_g \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} g=1,2,\ldots\ldots \mathfrak{r} \\ h=\mathfrak{r}+1,\ldots r \\ i=1,2,\ldots p \end{pmatrix}$$

setzt, das Gleichungssystem:

$$(\mathfrak{K}^0) \qquad \sum_k b^0_{ik} w^0_k = \eta_i \qquad \begin{pmatrix} i=1,2,\ldots r \\ k=1,2,\ldots q \end{pmatrix},$$

und dieses Gleichungssystem, welches dem Systeme:

$$(\mathfrak{G}^0) \qquad \sum_k a^0_{ik} w^0_k = \xi_i$$

im Sinne der Zeilentransformation aequivalent ist, zerfällt vermöge der obigen Gleichung: $b^0_{hk} = \delta_{h-\mathfrak{r},k}$ in die beiden Systeme:

$$(\mathfrak{R}^0_1) \qquad \sum_k b^0_{gk} w^0_k = \eta_g \qquad \begin{pmatrix} g = 1, 2, \ldots \ldots \mathfrak{r} \\ k = r-\mathfrak{r}+1, \ldots q \end{pmatrix}$$

$$(\mathfrak{R}^0_2) \qquad w^0_{h-\mathfrak{r}} = \eta_h \qquad (h = \mathfrak{r}+1, \ldots r)$$

mit den beiden getrennten Gruppen der Unbekannten:

$$w_{r-\mathfrak{r}+1}, w_{r-\mathfrak{r}+2}, \ldots w_q;$$
$$w_1, w_2, \ldots \ldots \ldots w_{r-\mathfrak{r}}.$$

Das zweite Gleichungssystem $(\mathfrak{R}^0_2)$ drückt nur die Bedingung aus, dass die gegebenen Grössen $\eta_{\mathfrak{r}+1}, \eta_{\mathfrak{r}+2} \ldots \eta_r$ ganzzahlige Werthe haben müssen; das erste Gleichungssystem $(\mathfrak{R}^0_1)$ hat sowohl den absoluten als auch den Rationalitäts-Rang $\mathfrak{r}$ und kann, bei beliebig gegebenen Werthen der $\mathfrak{r}$ Grössen η_g, nach der einfachsten, schon im §. 9 vollständig entwickelten Methode in ganzen Zahlen:

$$w_{r-\mathfrak{r}+1}, w_{r-\mathfrak{r}+2}, \ldots w_q$$

mit beliebiger Annäherung aufgelöst werden.

Es ist schliesslich zu bemerken, dass offenbar das erstere System noch dahin vereinfacht werden kann, dass die ersten $\mathfrak{r}^2$ Coefficienten b^0_{gk} ein Einheitsystem bilden.

Berichtigungen.

Seite	33	Zeile	14	von	unten	statt STEFFEN lies STEPHEN.
»	33	»	8	»	»	» Dunech » Dunecht.
»	697	»	9	»	»	» Tabariensis lies Fabariensis.
»	1041	»	6	»	»	nach »Meridians« ist einzuschalten: »für Australien«.

Weitere Berichtigungen s. S. 641.

Ausgegeben am 5. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

ZWEITES VIERTELJAHR.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XX. N. 5—10. Halle a. S. 1884. 4.

Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. XXX. vom Jahre 1883. Göttingen 1883. 4.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen. 1884. N. 1—5. Göttingen.

Sitzungsberichte der philos.-philol. und hist. Classe der K. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1884. Heft 1. — *Der math.-phys. Classe.* 1884. Heft 1. München 1884.

Almanach der K. b. Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1884. München.

Abhandlungen der math.-phys. Classe der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. XII. N. 9. Abh. XVII. — *Der phil.-hist. Classe.* VIII. 5. und 6. IX. 1. Leipzig 1883.

Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1882. Leipzig 1883.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXV. Heft 4. Berlin 1883.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. V. Heft 4. 5. Berlin 1884.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XVI. N. 19. Jahrg. XVII. N. 6. 7. 8. Berlin 1883. 1884.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. XXXVIII. Heft 1. Leipzig 1884.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXXII. Heft 2 und Atlas. Bd. XXXII. Tafel VI—VIII. Berlin 1884. 4 u. fol.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. LVI. 4. Folge. Bd. 2. Heft 5. 6. Bd. 3. Heft 1. Halle a. S. 1883. 1884.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Jahrg. 18. Heft 4. Jahrg. 19. Heft 1. Leipzig 1883. 1884.

Astronomische Nachrichten. Bd. 138. Kiel 1884. 4.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1886 mit Ephemeriden der Planeten [illegible] — [illegible] *für 1884.* Herausgegeben von F. Tietjen. Berlin 1884.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1878. Jahrg. XXXIV. Abth. 2. Berlin 1884.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XIII. (1884.) Heft 2. 3. Berlin 1884.

Preussische Statistik. 75. 76. 77. Berlin 1884. 4.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. IX. Heft 3. Hannover 1884.

Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. Jahrg. X. 1883. Leipzig 1884.

Bulletin mensuel de la Société des Sciences, Agriculture et Arts de la Basse-Alsace. T. XVIII. 1884. Avril. Mai. Strassburg 1884.

Mittheilungen des Deutschen Archaeologischen Instituts in Athen. Bd. IX. Heft 1. Athen 1884.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Heft 30. Febr. 1884. Berlin. 4.

64 *Inaugural-Dissertationen der Kaiser Wilhelms-Universität Strassburg.* 1883. 1884.

Königstädtisches Gymnasium in Berlin. VII. Ostern 1884. Bericht über das Schuljahr Ostern 1883 bis Ostern 1884. Nebst einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1884. 4. 3 Ex.

19. Jahresbericht über das Luisenstädtische Gymnasium in Berlin. Nebst einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1884. 4.

Sophien-Realgymnasium. Bericht über das Schuljahr 1883—1884. Nebst einer wissenschaftlichen Beilage. Berlin 1884. 4. 3 Ex.

Städtisches Progymnasium zu Berlin. Zweiter Jahresbericht. Ostern 1884. Berlin 1884. 4. 3. Ex.

Wissenschaftliche Beilage zum Programm des städtischen Progymnasiums. Ostern 1884. P. v. Giżycki. Einleitende Bemerkungen zu einer Untersuchung über den Werth der Naturphilosophie des Epicur. Berlin 1884. 4. 3 Ex.

Andreas-Gymnasium. Jahresbericht. Nebst einer wissenschaftlichen Beilage: Die Reinecke-Fuchs-Glosse dargestellt von Dr. A. Bieling. Berlin 1884. 4. 3. Ex.

**Commentaria in Aristotelem Graeca.* Vol. XXIII. Partes III. IV. — Themistii quae fertur in Aristotelis Analyticorum priorem librum Paraphrasis. Edidit M. Wallies. Anonymi in Aristotelis Sophisticos elenchos Paraphrasis. Edidit M. Hayduck. Berolini 1884.

*Jacobi, C. G. J. *Gesammelte Werke.* Supplementband. Herausgegeben von E. Lottner. Berlin 1884. 4. 2 Ex.

*Weber, A. *Indische Studien.* Bd. XVII. Heft 1. 2. Leipzig 1884. 2 Ex.

*Gerhard, E. *Etruskische Spiegel.* Bd. V. Heft 2. Bearbeitet von A. Klügmann und G. Körte. Berlin 1884. 2 Ex.

**Zoologischer Jahresbericht für 1882.* Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel. Redigirt von J. Vict. Carus. IV. Abh. Vertebrata. Leipzig 1884.

**Targum Onkelos.* Herausgegeben und erläutert von Dr. A. Berliner. Theil 1. 2. Berlin 1884. 2 Ex.

Monumenta Germaniae Historica. Poetarum latinorum medii aevi T. II. P. II. (Poetae latini aevi Carolini. Rec. E. Dümmler. T. II.) Berolini 1884. 4. — Antiquitates: Libri confraternitatum Sancti Galli, Augiensis, Fabariensis. Edidit P. Piper. Berolini 1884. 4.

Meyer, A. B. *Über neue und ungenügend bekannte Vögel, Nester und Eier aus dem Ostindischen Archipel im K. Zoologischen Museum zu Dresden.* Dresden 1884.

Meyer, A. B. *Über Nephrit und ähnliches Material aus Alaska.* Dresden 1884. Sep. Abdr.

Oberdieck, G. *Über Epithel und Drüsen der Harnblase und weiblichen und männlichen Uretra.* Preisschrift. Göttingen 1884. 4.

Sammlung der griechischen Dialekt-Inschriften. Herausgegeben von H. Collitz. Heft 1. 2. 3. Göttingen 1883. 1884.

Görz, J. *Handel und Statistik des Zuckers.* Berlin 1884.

Finsch, O. *Anthropologische Ergebnisse einer Reise in der Südsee und dem malayischen Archipel in den Jahren 1879—1882.* Sep. Abdr. Berlin 1884.

Greeff, R. 13 Sep. Abdr. zoologischen Inhalts in 4. u. 8.

Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses. Sonder-Abdruck. (Ramisch, A. Beiträge zur kinematischen Geometrie.) Berlin. 4.

Mittheilungen der Riebeck'*schen Niger-Expedition.* I. Ein Beitrag zur Kenntniss der fulischen Sprache in Afrika von G. A. Krause. Leipzig 1884.

von Malortie, C. E. *Beiträge zur Geschichte des Braunschweig-Lüneburgischen Hauses und Hofes.* Heft 7. Hannover 1884.

Weyrauch, J. J. *Theorie der elastischen Körper.* Leipzig 1884.

Goebel, Th. *Der Katalog der Ostermesse-Ausstellung des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler.* Stuttgart 1884. Sep. Abdr.

Dekadenbericht des K. sächsischen meteorologischen Institutes. N. 1—5. Chemnitz 1884. 4.

Bericht über die Verhandlungen des Internationalen Meteorologischen Comités. Versammlung in Kopenhagen vom 1. bis 4. August 1882. Hamburg 1884.

Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1884. N. V—XIV. Wien.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Bd. II. Heft 1. 2 Wien 1884. 4.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Jahrg. 1881. Bd. XXV. Th. I. Jahrg. 1882. Bd. XXVI. Wien 1884. 4.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1884. Bd. XXXIV. N. 2. Wien 1884.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. 1884. N. 4—8. Wien.

Verhandlungen der K. K. Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Jahrg. 1883. Bd. XXXIII. Wien 1884.

von Pelzeln, A. *Brasilische Säugethiere. Resultate von J. Nasterer's Reisen in den Jahren 1817 bis 1835.* (Beiheft zu Bd. XXXIII. der Verhandlungen.) Wien 1883.

Naturhistorisches Landes-Museum von Kärnten. Seeland, F. Diagramme der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen zu Klagenfurt. Dec. 1882 bis Nov. 1883. Fol.

Jahrbuch des naturhistorischen Landes-Museums von Kärnten. Heft 16. Klagenfurt 1884.

Bericht über die Wirksamkeit des naturhistorischen Landes-Museums. 1883. Klagenfurt 1884. Sep. Abdr.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. XIV. Heft 1. Wien 1884. 4.

Übersicht der akademischen Behörden, Professoren etc. an der K. K. Universität zu Wien für das Studienjahr 1883/84. Wien 1884.

Öffentliche Vorlesungen an der K. K. Universität zu Wien im Sommer-Semester 1884. Wien 1884.

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1883. Jahrg. 44. Prag 1884. 4.

Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn. Bd. XXI. Heft 1. 2. (1882.) Brünn 1883.

Archiv des Vereins für siebenbürgische Landeskunde. N. F. Bd. XVII. Heft 1. 2. 3. Bd. XVIII. Heft 1. 2. Hermannstadt 1883.

Jahresbericht des Vereins für siebenbürgische Landeskunde für das Vereinsjahr 1881/82. Hermannstadt.

Programm des Evang. Gymnasiums A. B. zu Hermannstadt für das Schuljahr 1881/82. 1882/83. Hermannstadt 1882. 1883. 4.

Herbert, N. *Die Reformation in Hermannstadt und dem Hermannstädter Capitel.* Festschrift. Hermannstadt 1883. 4.

Finsch, O. *Über Vögel der Südsee.* Wien 1884.

von Borch, L. *Das literarische Centralblatt für Deutschland und Dr. O. Harnack's Kurfürstencollegium.* Innsbruck 1884.

Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste. Vol. VIII. Trieste 1883—84.

v. Telegd, L. Roth. *Umgebungen von Kismarton (Eisenstadt).* Budapest 1884. Col. C. 6. Text und 3. Col. fol.

Czyrniański, E. *Teoryja chemicznofizyczna.* Krakowie 1884. Sep. Abdr.

Viestnik hrvatskoga Arkeolo gickoga Družtva. Godina VI. Br. 2. Zagrebu 1884.

Rad Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti. Knjiga LXIX. LXX. Zagrebu 1884.

Memoirs of the Royal Astronomical Society. Vol. XLVII. 1882. 1883. London 1883. 4.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLIV. N. 5. 6. 7. London 1884.

Proceedings of the London Mathematical Society. Vol. XV. N. 215—218. London 1884.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. IV. P. 2. 3. London 1884.

Journal of the Chemical Society. N. CCLVII. CCLVIII. CCLIX. London 1884.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. VI. N. 4. 6. London 1884.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. Vol. X. P. II. N. 76. London 1883.

Royal Society of Edinburgh. List of Members, Council etc. at November 1883. Edinburgh 1884. 4.

Proceedings of the Royal Physical Society. Session 1882—83. Edinburgh 1882.

Report of the fifty-third meeting of the British Association for the Advancement of Science; held at Southport in September 1883. London 1884.

Proceedings of the Birmingham Philosophical Society. Vol. III. P. 1. 2. (Session 1881—83.) Birmingham.

Catalogue of the Birds in the British Museum. Vol. IX. London 1884.

The Sacred Books of the East. Translated by various scholars and edited by F. Max Müller. Vol. XV. P. II. Vol. XXI. Oxford 1884.

Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Zoology. Vol. I—VIII. Physics and Chemistry. Vol. I. Narrative. Vol II. London 1880—1883. 4.

Grant, R. *Catalogue of 6415 Stars for the epoch 1870.* Deduced from Observations made at the Glasgow University Observatory during the years 1860 to 1881. Glasgow 1883. 4.

Geddes, P. A. *Re-Statement of the Cell Theory.* Edinburgh 1883—84. Extr.

Records of the Geological Survey of India. Vol. XVII. Part 2. 1884. Calcutta 1884.

Anderson, J. *Catalogue and Hand-Book of the Archaeological Collections in the Indian Museum.* P. II. Calcutta 1883.

Report of the Council of the China Branch of the Royal Asiatic Society for the year 1882. Shanghai 1884.

1884. Victoria. Reports of the Mining Surveyors & Registrars. Quarter ended 31st December 1883. Melbourne. Fol.

Gardiner, M. *Solution in the celebrated fundamental question of Dynamics.* Brisbane 1883. 2 Ex.

Gardiner, M. *Determination of the motion of the Solar System in fixed unalterable space.* Brisbane 1883.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. 1884. Sem. I. T. XCVIII. N. 13 bis 24. Paris 1884. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. XIII. N. 14—25. Paris 1884.

Société de Géographie. Compte rendu des Séances de la Commission centrale. 1884. N. 7. 9. 11. 12 Paris.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. N. 7. 8. 9. 10. 11. Bordeaux 1884.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Sér. II. T. V. Cah. 3. Paris. Bordeaux 1883.

Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers. Année XII. XIII. 1882—1883. Angers 1884.

Bulletin de la Société géologique de France. Sér III. T. IX. N. 7. Sér. III. T. XII. N. 2. 3. 4. Paris 1883. 1884.

Bulletin de la Société botanique de France. T. XXVIII. 1881. T. XXIX. 1882. Paris.

Bulletin de la Société mathématique de France. T. XII. N. 1. Paris 1884.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1883. Part. 5. 6. Paris 1884.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Sér. VI. Cah. 2. 3. Paris 1884.

Annales de la Société d'Agriculture. Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. Sér. V. T. 5. 1882. Lyon 1883.

Annales du Musée Guimet. — Revue de l'histoire des réligions. Année IV. T. VII. N. 2. 3. T. VIII. N. 3—6. Paris 1883.

Annales du Musée Guimet. T. VI. Paris 1884. 4.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. Sér. V. Vol. 7. 1882. Besançon 1883.

Nouvelles Archives du Museum d'histoire naturelle. Sér. II. T. VI. Fasc. 1. Paris 1883. 4.

Union géographique du Nord de la France. Bulletin. 5e Année. N. 2. Févr. 1884. Douai.

Revue scientifique. Sér. III. Sem. 1. (T. 33.) N. 14—23. 25. Paris 1884. 4.

Polybiblion. — Revue bibliographique universelle. Part. tech. Sér. II. T. X. Livr. 4. 5. Part. litt. Sér. II. T. XVIII. Livr. 4. 5. Paris 1884.

Comité international des Poids et Mesures. — Procès-verbaux des Séances de 1883. Paris 1884.

Vivien de Saint-Martin. *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 24. Paris 1884. 4.

Perrot, G. *et* Chipiez, Ch. *Histoire de l'art dans l'Antiquité.* T. III. (Livr. 133—142.) Paris 1884.

Le Bhâgavata Purâṇa ou Histoire Poétique de Krichṇa. Traduit et publié par E. Burnouf. T. IV. Par H. Hauvette-Besnault. Paris 1884. 4.

Carpentier, J. B. *La Photographie appliquée aux sciences biologiques.* Lyon 1884.

Rayet. *Observations pluviométriques et thérmométriques, faites dans le Département de la Gironde de Juin 1882 à Mai 1883.* Bordeaux 1883. Extr.

Bonneau, E. *La Gaule d'Homère.* Paris. Nice 1884. 3 Ex.

Jannettaz, E. *Mémoire sur les clivages des roches (Schistosité, Longrain) et sur leur réproduction.* Aureau 1884. Extr.

Bulletin de Correspondance africaine. 1884. Fasc. 1. Alger 1884.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXI. 1883—84. Transunti. Vol. VIII. Fasc. 7. 8. 9. 10. Roma 1884. 4.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXVII. (1884) Sessione IIIa. 7 Febbr. 1884. Roma.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Processi verbali. Vol. IV. Pisa 1884.

Atti del Real Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Ser. VI. T. I. Disp. 4—10. T. II. Disp. 1. 2. Venezia 1882—84.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Memorie. Vol. VI. Fasc. 1. Pisa 1884.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XIX. Disp. 2. (Gennaio 1884.) 3. (Febbr. 1884.) Torino.

R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena. Opere presentate nell' anno 1883. Modena 1884. 4.

Giornale della Società di letture e conversazioni scientifiche di Genova. Anno VIII. Fasc. I—IV. Genova 1884.

Boncompagni, B. *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.* T. XIV. Indici degli articoli e dei nomi. T. XVI. Giugno. Luglio. Agosto 1883. Roma 1881. 1883. 4.

Schiaparelli, G. V. *Fisica terrestre. — Osservazioni fatte a Milano sopra il passaggio delle onde atmosferiche prodotte dall' eruzione del vulcano Krakatoa nello Stretto della Sonda.* Milano 1884.

Studi Senesi nel Circulo giuridico della R. Università. Direttore Ferri Enrico. Vol. I. Fasc. 1. Siena 1884.

Capellini, G. 12 Schriften. Extr. aus den Jahren 1872—1883. 4. Bologna. Rom.

Pietrogrande, Giacomo. *Iscrizione romane del Museo di Este.* Catalogo. Roma 1883. 4.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXXI. N. 9—14. St. Pétersbourg 1883. 4.

Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXIX. N. 2. St. Pétersbourg 1884. 4.

Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XI. Livr. 5. 6. St. Pétersbourg 1883.

Mélanges asiatiques. T. IX. Livr. 1. St. Pétersbourg 1883.

Mélanges mathématiques et astronomiques. T. VI. Livr. 1. St. Pétersbourg 1883.

Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1883. N. 3 nebst Beilage zu T. LIX. 1883. 4. Moscou 1884.

Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Serie II. Biologische Naturkunde. Bd. IX. Lief. 5. Dorpat 1884.

Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. Bd. VI. Heft 3. Dorpat 1884.

Nachrichten der K. Gesellschaft von Freunden der Naturkunde, Anthropologie und Ethnographie an der K. Universität Moskau. Bd. 44. Heft 1. Moskau 1883. 4.

Wild, H. *Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums.* Jahrg. 1882. Th. II. St. Pertersburg 1884. 4.

Compte-rendu de la Commission Impériale archéologique pour l'année 1881. Avec un Atlas. St. Pétersbourg 1883. Fol. & gr. Fol.

Universitäts-Nachrichten. Jahrg. XXIV. N. 1. 2. 3. 4. 1884. (russ.) Kiew 1884.

*Krueger, A. *Zonenbeobachtungen der Sterne zwischen 55 und 65 Grad nördlicher Declination.* Bd. I. Helsingfors 1883. 4.

Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. 40de Årg. N. 8. 9. 10. Stockholm 1884.

Sveriges geologiska Undersökning. — Afhandlingar och uppsatser. Ser. B. 6. N. 3. C. N. 54. 55. 57. Stockholm 1883. 4. — *Kartblad i skalan 1 : 50000 med beskrifningas.* Ser. Aa. N. 89 & 90. Ab. N. 7. 9. Ser. C. 53. 56. 58. 59. 60. Stockholm 1882. 1883. — *Bladen »Arboga« och »Skultuna«.* Stockholm 1882. 5. Bll. fol.

Mittag-Leffler, G. *Acta mathematica.* 3 : 4. 4 : 3. Stockholm 1884. 4.

Bergens Museum. Koren, J. *og* Danielssen, D. G. *Nye Alcyonider, Gorgsnider og Pennatulider tilhorende Norges Fauna.*

Mémoires de l'Académie Royale de Copenhague. Sér. V. Classe des Lettres. Vol V. N. 3. Kjøbenhavn 1884. 4.

Bulletin de l'Académie Royale de Copenhague. 1883. N. 3 et dernier. 1884. N. 1. Kjobenhavn.

Regesta diplomatica historiae Danicae. Cura Societatis Regiae scientiarum Danicae. Ser. II. T. I—III. Ab anno 1419 ad annum 1447. Kjobenhavn 1883. 4.

Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Vol. IV. Batavia 1879. 4.

Verbeek, R. D. M. *Topographische en geologische Beschrijving van een Gedeelte van Sumatra's Westkust.* Batavia 1883.

Publications de l'Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg. (Section des Sciences naturelles et mathématiques.) T. XIX. Luxembourg 1883.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences. Année 53. Sér. III. T. 7. N. 2. 3. 4. Bruxelles 1884.

Musée Royal d'histoire naturelle de Belgique. — Service de la Carte géologique du Royaume. Explication de la feuille de Clavier, de Bilsen, de Dinant, de Natoye, de Bruxelles et 5 Cartes géologiques in Fol. Bruxelles 1883.

Bulletin du Musée Royal d'histoire naturelle de Belgique. T. II. 1883. N. 2. 3. 4. T. III. 1884. N. 1. Bruxelles 1883. 1884.

Coutumes des Pays et Comité de Flandre. — Gilliodts van Severen. *Coutume du Bourg de Bruges.* T. II. — Faider, Ch. *Coutumes du Pays et Comité de Hainaut.* Introduction. Bruxelles 1883. 4.

Montigny, Ch. *Influence des perturbations magnétiques sur la scintillation des etoiles.* Bruxelles 1883/84. 3 Extr.

Wassenge, A. *Kyste de l'ovaire. Ovariotomie prâtiquée à Liège. Guérison.* Bruxelles 1884. Extr.

Wassenge, A. *Rétrécissement du bassin.* Charleroi 1884. Extr.

Albrecht, P. *Sur la Fossette vermienne du Crane des Mammifères.* Bruxelles 1884. Sep. Abdr.

Natura. Maandschrift voor Natuurwetenschappen. Jahrg. II. 1884. Afl. 4. 5. Gent 1884.

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. Th. VII. Heft 2 und Anhang zu Theil VII. (Die Basler Mathematiker Daniel Bernoulli und Leonhard Euler.) Basel 1884.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Période III. T. XI. N. 4. Genève 1884.

XIII. Jahresbericht der Historisch-antiq. Gesellschaft von Graubünden. Jahrg. 1883. Chur.

Schweizerische Meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 18. 1881. Lief. 5 & Titelheft. Zürich 1882. 4.

Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt. 1882. — Der »Schweizerischen meteorologischen Beobachtungen« 19. Jahrgang. Zürich. 4.

Mittheilungen der Antiquarischen Gesellschaft in Zürich. Bd. XXI. Heft 5. Zürich 1884. 4.

Boletin de la Real Academia de la Historia. T. IV. Cuad. III. IV. V. Madrid 1884.

Ἐφημερὶς ἀρχαιολογικὴ ἐκδιδομένη ὑπὸ τῆς ἐν Ἀθήναις ἀρχαιολογικῆς ἑταιρίας. Περίοδος III. 1883. Τεῦχος IV. ἐν Ἀθήναις 1884. 4.

Παῦλος Λάμπρος. *Ἀνέκδοτα νομίσματα καὶ μολυβδόβουλλα τῶν κατὰ τοὺς μέσους αἰῶνας δυναστῶν τῆς Ἑλλάδος.* ἐν Ἀθήναις 1880.

Παῦλος Λάμπρος. *Νομίσματα καὶ μετάλλια τῆς Ἑπτανήσου πολιτείας καὶ τῆς Προστασίας τῶν Ἰονίων νήσων παρὰ τῶν Ἄγγλων κατοχῆς.* Ἀθήνησιν 1884.

Analele Academiei Romane. Ser. II. T. V. Sect. I. Bucuresci 1884. 4 und 3 Extr. aus den Analele Acad. Rom. Ser. II. T. IV. Sect. II. und T. V. Sect. II. Bucuresci 1884. 4.

Barbu, N. *Istoria Romana de Titu Liviu.* T. I. Cart. I. II. III. IV. V. şi VI. Bucuresci 1884.

Herold der serbischen gelehrten Gesellschaft. Bd. 55 mit 1 geol. Karte. Abhandlungen und andere Aufsätze. Belgrad 1884. (serb.)

Annals of the New York Academy of Sciences. Vol. II. N. 10—13. New York 1882. 1883.

Transactions of the New York Academy of Sciences. Vol. V. Index. Vol. II. N. 1—8. New York 1882—1883.

Bulletin of the Philosophical Society of Washington. Vol. VI. Washington 1884.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. P. III. Nov. and Dec. 1883. P. I. Jan. — April 1884. Philadelphia 1884.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXI. N. 114. Philadelphia 1884.
The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. VII. N. 1. Cincinnati 1884.
The American Journal of Philology. Vol. V. 1. Baltimore 1884.
American Journal of Mathematics. Vol. VI. N. 4. Baltimore 1884. 4.
American Chemical Journal. Vol. 6. N. 2. Baltimore 1884.
The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXVII. N. 160. 161. New Haven 1884.
Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. Vol. IV. N. 4. Buffalo 1883.
Bulletin of the California Academy of Sciences. N. 1. 1884. San Francisco.
The Botanical Gazette. Vol. IX. N. 4. 5. Indianopolis 1884.
Johns Hopkins University. Baltimore. — Martin, N. *Studies from the Biological Laboratory.* Vol. III. N. 1. Baltimore 1884.
Johns Hopkins University Circulars. Vol. III. N. 29. 30. Baltimore 1884. 4.
Archaeological Institute of America. Fifth Annual Report of the Executive Committee etc. 1883/84. Cambridge 1884.
Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. II. P. 1. 2. III. P. 1. Washington 1883. 1884. 4.
Newcomb, S. *Report to the Secretary of the Navy on Recent Improvements in astronomical Instruments.* Washington 1884.
Pickering, E. C. *Recent observations of variable Stars.* Cambridge, Mass. 1884. Sep. Abdr.
Lawrence, R. H. *Medals by Giovanni Cavino the »Paduan«.* New York 1883.
Cameron, A. M. *Cholera: its cure.* P. I. Newtown.
De Forrest. *On an unsymmetrical law of error in the position of a point in space.* Watertown Conn. 1884. Extr.
Nipher, Fr. *The evolution of the American Trotting-Horse etc.* St. Louis 1884. Extr.

Anales del Museo Nacional de Mexico. T. III. Entr. 5. Mexico 1883. 4.
La Naturaleza. T. VI. Entr. 18. 19. 20. Mexico 1883. 4.

El Ensayo Medico. Año I. Mes. VII. VIII. N. 14. 15. 16. 17. Caracas 1884. 4.
Bulletin astronomique et météorologique de l'Observatoire Impérial de Rio de Janeiro. N. 11. Rio de Janeiro 1883. 4.
Guia da Exposiçao anthropologica Brazileira realizada pelo Museu Nacional do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 1882.
Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (Republica Argentina). T. VI. Entr. 1ª. Buenos Aires 1884.
Latzina, Fr. *Die Argentinische Republik als Ziel der europäischen Auswanderung. Amtliche Veröffentlichung.* Buenos Aires 1883.

Transactions of the Seismological Society of Japan. Vol. VI. Jan. — June 1883. Tokio.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXIX.

12. Juni 1884.



BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXIX.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXX. XXXI.

19. Juni 1884.



BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXX und XXXI.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXII.

26. Juni 1884.



BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXXII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Schrader: Gedächtnissrede auf Justus Olshausen . . . . M. 1.00
Virchow: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . » 12.20
Braun: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten
herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt . . . . » 11.50
Diels: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . » 2.00
Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . » 6.00
Zeller: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . » 1.50
Bernays: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls » 4.00
Bernays: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . » 4.00
Hagen: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den
von Brünings ausgeführten Messungen . . . . » 4.00
Tobler: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . » 3.50
Eichler: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . » 6.30
Kronecker: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . » 2.50
Schrader: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . » 3.00

Noether: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . M. 6.00
Studer: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde
1874 — 1876 gesammelt wurden . . . . » 3.50
Studer: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf
Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . » 2.50
Studer: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874 — 1876 gesammelten
Isopoden . . . . » 2.50
Marshall: Agilardiella radiata . . . . » 1.50

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXIII.

3. Juli 1884.



BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

INHALTSVERZEICHNISS
zu St. XXXIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN
AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN
AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXIV. XXXV.

MIT TAFEL VI UND VII.

10. JULI 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XXXIV und XXXV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXVI.

17. Juli 1884.



BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XXXVI.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in FERD. DÜMMLER's Verlagsbuchhandlung.)

SCHRADER: Gedächtnissrede auf JUSTUS OLSHAUSEN . . . . *M.* 1.00

VIRCHOW: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . » 12.20

BRAUN: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. OTTO NORDSTEDT . . . . » 11.50

DIELS: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . » 2.00

SCHWENDENER: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . » 6.00

ZELLER: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . » 1.50

BERNAYS: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls » 4.00

BERNAYS: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . » 4.00

HAGEN: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von BRÜNINGS ausgeführten Messungen . . . . » 4.00

TOBLER: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . » 3.50

EICHLER: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . » 6.30

KRONECKER: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . » 2.50

SCHRADER: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . » 3.00

NOETHER: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . *M.* 6.00

STUDER: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874 — 1876 gesammelt wurden . . . . » 3.50

STUDER: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . » 2.50

STUDER: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874 — 1876 gesammelten Isopoden . . . . » 2.50

MARSHALL: Agilardiella radiata . . . . » 1.50

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXVII. XXXVIII.

MIT TAFEL VIII.

24. Juli 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

HIERBEI VERZEICHNISS DER IM ZWEITEN VIERTELJAHR EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXXVII und XXXVIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882 und 1883.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XXXIX.

MIT TAFEL IX, X, XI UND XII.

31. Juli 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XXXIX.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in FERD. DÜMMLER's Verlagsbuchhandlung.)

SCHRADER: Gedächtnissrede auf JUSTUS OLSHAUSEN . . . . *M.* 1.00

VIRCHOW: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . " 12.20

BRAUN: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. OTTO NORDSTEDT . . . . " 11.50

DIELS: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . " 2.00

SCHWENDENER: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . " 6.00

ZELLER: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . " 1.50

BERNAYS: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls " 4.00

BERNAYS: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . " 4.00

HAGEN: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von BRÜNINGS ausgeführten Messungen . . . . " 4.00

TOBLER: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . . . " 3.50

EICHLER: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . " 6.30

KRONECKER: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . " 2.50

SCHRADER: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . " 3.00

TOBLER: Über das Buch des Uguçon da Laodho . . . . " 5.00

DILLMANN: Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a-Jacob . . . " 5.00

IMHOOF-BLUMER: Die Münzen der Dynastie von Pergamon . . . . " 5.00

NOETHER: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . *M.* 6.00

STUDER: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874—1876 gesammelt wurden . . . . " 3.50

STUDER: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . " 2.50

STUDER: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874—1876 gesammelten Isopoden . . . . " 2.50

MARSHALL: Agilardiella radiata . . . . " 1.50

KRABBE: Über das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen . . . . " 4.50

Register für die Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie zu Berlin vom Jahre 1874 bis 1881 *M.* 3.00

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihm näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

" " " Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

" " " October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XL. XLI.

23. October 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG

HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XL und XLI.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.
(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XLII.

30. October 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XLII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Schrader: Gedächtnissrede auf Justus Olshausen . . . . ℳ. 1.00
Virchow: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . » 12.20
Braun: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt . . . . » 11.50
Diels: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . » 2.00
Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . » 6.00
Zeller: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . » 1.50
Bernays: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls » 4.00
Bernays: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . » 4.00
Hagen: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von Brünings ausgeführten Messungen . . . . » 4.00
Tobler: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . » 3.50
Eichler: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . » 6.30
Kronecker: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . » 2.50
Schrader: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . » 3.00
Tobler: Über das Buch des Uguçon da Laodho . . . . » 5.00
Dillmann: Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a-Jacob . . . » 5.00
Imhoof-Blumer: Die Münzen der Dynastie von Pergamon . . . . » 5.00

Noether: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . ℳ. 6.00
Studer: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874 — 1876 gesammelt wurden . . . . » 3.50
Studer: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . » 2.50
Studer: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874 — 1876 gesammelten Isopoden . . . . » 2.50
Marshall: Agilardiella radiata . . . . » 1.50
Krabbe: Über das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen . . . . » 4.50

Register für die Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie zu Berlin vom Jahre 1874 bis 1881 ℳ. 3.00

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XLIII. XLIV.

MIT DEM VERZEICHNISS DER IM DRITTEN VIERTELJAHR
EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

6. NOVEMBER 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XLIII und XLIV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in FERD. DÜMMLER's Verlagsbuchhandlung.)

SCHRADER: Gedächtnissrede auf JUSTUS OLSHAUSEN . . . . ℳ. 1.00
VIRCHOW: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . „ 12.20
BRAUN: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. OTTO NORDSTEDT . . . . „ 11.50
DIELS: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . „ 2.00
SCHWENDENER: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . „ 6.00
ZELLER: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . „ 1.50
BERNAYS: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls „ 4.00
BERNAYS: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . „ 4.00
HAGEN: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von BRÜNINGS ausgeführten Messungen . . . . „ 4.00
TOBLER: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . „ 3.50
EICHLER: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . „ 6.30
KRONECKER: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . „ 2.50
SCHRADER: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . „ 3.00
TOBLER: Über das Buch des Uguçon da Laodho . . . . „ 5.00
DILLMANN: Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zarʾa-Jacob . . . „ 5.00
IMHOOF-BLUMER: Die Münzen der Dynastie von Pergamon . . . . „ 5.00

NOETHER: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . ℳ. 6.00
STUDER: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874 — 1876 gesammelt wurden . . . . „ 3.50
STUDER: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . „ 2.50
STUDER: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874 — 1876 gesammelten Isopoden . . . . „ 2.50
MARSHALL: Agilardiella radiata . . . . „ 1.50
KRABBE: Über das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen . . . . „ 4.50

Register für die Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie zu Berlin vom Jahre 1874 bis 1881 ℳ. 3.00

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XLV. XLVI. XLVII.

13. 20. NOVEMBER 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN« zu St. XLV, XLVI und XLVII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN
AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:
die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN
AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XLVIII.

MIT TAFEL XIII, XIV UND XV.

27. NOVEMBER 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«

zu St. XLVIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE

aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
" " " Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
" " " October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

XLIX. L.

4. December 1884.



BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalender-jahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. XLIX und L.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Schrader: Gedächtnissrede auf Justus Olshausen . . . . ℳ. 1.00

Virchow: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . » 12.20

Braun: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt . . . . » 11.50

Diels: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . » 2.00

Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . » 6.00

Zeller: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . » 1.50

Bernays: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls » 4.00

Bernays: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . » 4.00

Hagen: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von Brünings ausgeführten Messungen . . . . » 4.00

Tobler: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . » 3.50

Eichler: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . » 6.30

Kronecker: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . » 2.50

Schrader: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . » 3.00

Tobler: Über das Buch des Uguçon da Laodho . . . . » 5.00

Dillmann: Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a-Jacob . . . » 5.00

Imhoof-Blumer: Die Münzen der Dynastie von Pergamon 5.00

Noether: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . ℳ. 6.00

Studer: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874 — 1876 gesammelt wurden . . . . » 3.50

Studer: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . » 2.50

Studer: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874 — 1876 gesammelten Isopoden . . . . » 2.50

Marshall: Agilardiella radiata . . . . » 1.50

Krabbe: Über das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen . . . . » 4.50

Register für die Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie zu Berlin vom Jahre 1874 bis 1881 ℳ. 3.00

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

LI.

11. December 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung**. Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. LI.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

LII. LIII.

18. December 1884.

BERLIN 1884.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG

HARRWITZ UND GOSSMANN.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaktion der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. LII und LIII.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Schrader: Gedächtnissrede auf Justus Olshausen . . . . *M.* 1.00

Virchow: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . » 12.20

Braun: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt . . . . » 11.50

Diels: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . » 2.00

Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . » 6.00

Zeller: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze 1.50

Bernays: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls » 4.00

Bernays: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . » 4.00

Hagen: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von Brünings ausgeführten Messungen . . . . » 4.00

Tobler: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . » 3.50

Eichler: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . » 6.30

Kronecker: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . » 2.50

Schrader: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . » 3.00

Tobler: Über das Buch des Uguçon da Laodho . . . . » 5.00

Dillmann: Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a-Jacob . . . » 5.00

Imhoof-Blumer: Die Münzen der Dynastie von Pergamon . . . . » 5.00

Noether: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . *M.* 6.00

Studer: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874—1876 gesammelt wurden . . . . » 3.50

Studer: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . » 2.50

Studer: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874—1876 gesammelten Isopoden . . . . » 2.50

Marshall: Agilardiella radiata . . . . » 1.50

Krabbe: Über das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen . . . . » 4.50

Register für die Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie zu Berlin vom Jahre 1874 bis 1881 *M.* 3.00

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,

» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,

» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1883 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1884 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 *M.*

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 *M.*

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

LIV.

NACHTRÄGLICHE MITTHEILUNG VOM 11. DECEMBER.

BERLIN 1885.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

Mit diesem Stück schliesst Jahrgang 1884 der Berichte. Er wird in zwei Theile getheilt. Die Titel und Inhaltsverzeichnisse für beide Theile, das Verzeichniss der im vierten Vierteljahr eingegangenen Druckschriften, das Namen- und Sachregister für den Jahrgang sind diesem Stück beigefügt.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Separatabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

VERZEICHNISS DER »WISSENSCHAFTLICHEN MITTHEILUNGEN«
zu St. LIV.

ABHANDLUNGEN DER AKADEMIE
aus den Jahren 1882, 1883 und 1884.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Schrader: Gedächtnissrede auf Justus Olshausen . . . . M. 1.00

Virchow: Alttrojanische Gräber und Schädel . . . . » 12.20

Braun: Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten herausgegeben von Dr. Otto Nordstedt . . . . » 11.50

Diels: Zur Textgeschichte der Aristotelischen Physik . . . . » 2.00

Schwendener: Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen . . . . » 6.00

Zeller: Über Begriff und Begründung der sittlichen Gesetze . . . . » 1.50

Bernays: Über die unter Philon's Werken stehende Schrift über die Unzerstörbarkeit des Weltalls » 4.00

Bernays: Über die Unzerstörbarkeit des Weltalls. II. . . . . » 4.00

Hagen: Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, untersucht nach den von Brünings ausgeführten Messungen . . . . » 4.00

Tobler: Die altvenezianische Übersetzung der Sprüche des Dionysius Cato . . . . » 3.50

Eichler: Beiträge zur Morphologie der Marantaceen . . . . » 6.30

Kronecker: Über bilineare Formen von vier Variabeln . . . . » 2.50

Schrader: Zur Frage nach dem Ursprunge der babylonischen Cultur . . . . » 3.00

Tobler: Über das Buch des Uguçon da Laodho . . . . » 5.00

Dillmann: Über die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a-Jacob . . . » 5.00

Imhoof-Blumer: Die Münzen der Dynastie von Pergamon . . . . » 5.00

Noether: Zur Grundlegung der Theorie der algebraischen Curven . . . . M. 6.00

Studer: Übersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. Gazelle um die Erde 1874—1876 gesammelt wurden . . . . » 3.50

Studer: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Africa, auf Ascension und am Cap der guten Hoffnung gesammelten Crustaceen . . . . » 2.50

Studer: Über die von S. M. S. Gazelle auf der Reise um die Erde 1874—1876 gesammelten Isopoden . . . . » 2.50

Marshall: Agilardiella radiata . . . . » 1.50

Krabbe: Über das Wachsthum des [illegible] Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen . . . . » 4.50

Register für die Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie zu Berlin vom Jahre 1874 bis 1881 M. 3.00

ANZEIGE.

Seit dem 1. Januar 1882 gibt die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin wöchentliche »Sitzungsberichte« heraus. Die dafür geltenden Bestimmungen finden sich im Auszuge auf der zweiten Seite dieses Umschlages abgedruckt.

Um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, wird ein Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

herausgegeben. Diese Sonderausgabe enthält sämmtliche Arbeiten aus dem Gebiet der reinen Mathematik wie aus dem der theoretischen, experimentellen und beobachtenden Naturwissenschaften in vollständigem Abdruck, welche in Sitzungen der Akademie von deren Mitgliedern oder ihr fremden Verfassern mitgetheilt in die »Sitzungsberichte« aufgenommen wurden. Auch demselben Gebiet angehörige geschäftliche Berichte, Preis-Aufgaben und -Ertheilungen, Adressen, Reden und dergl. mehr, finden darin Platz. Die »Mittheilungen« erscheinen bis auf Weiteres in Monatsheften, welche jährlich einen Band ausmachen. Das zu einem Monat gehörige Stück wird in der Regel am zweiten Donnerstag des folgenden Monats ausgegeben. Personen, Gesellschaften und Institute, welche bisher die »Monatsberichte« empfiengen und statt der vollständigen »Sitzungsberichte« fortan die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« sich zuschicken zu lassen vorziehen, werden ersucht, von diesem Wunsch dem Secretariat Nachricht zu geben.

Die Akademie versendet ihre »Sitzungsberichte« oder die »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen« an diejenigen Stellen, mit denen sie im Schriftenverkehr steht, jährlich drei Mal, nämlich:

die Stücke von Januar bis April in der ersten Hälfte des Monats Mai,
» » » Mai bis Juli in der ersten Hälfte des Monats August,
» » » October bis December zu Anfang des nächsten Jahres sogleich nach Fertigstellung des Registers.

Diejenigen Empfänger, welchen Theile des Jahrgangs 1884 nicht zugekommen sein sollten, werden ersucht, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen, da eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen nur in Aussicht gestellt werden kann, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1885 angebracht werden.

Wegen etwa gewünschter Zusendung in kürzeren Zwischenräumen sowie wegen des buchhändlerischen Bezuges der »Sitzungsberichte« u. s. w. siehe unten.

In Commission bei Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung (Harrwitz & Gossmann) in Berlin erscheinen in wöchentlichen Stücken:

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 12 M.

Getrennt von denselben erscheinen ausserdem, ebenda in Commission, in Monatsheften:

MATHEMATISCHE UND NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN

AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

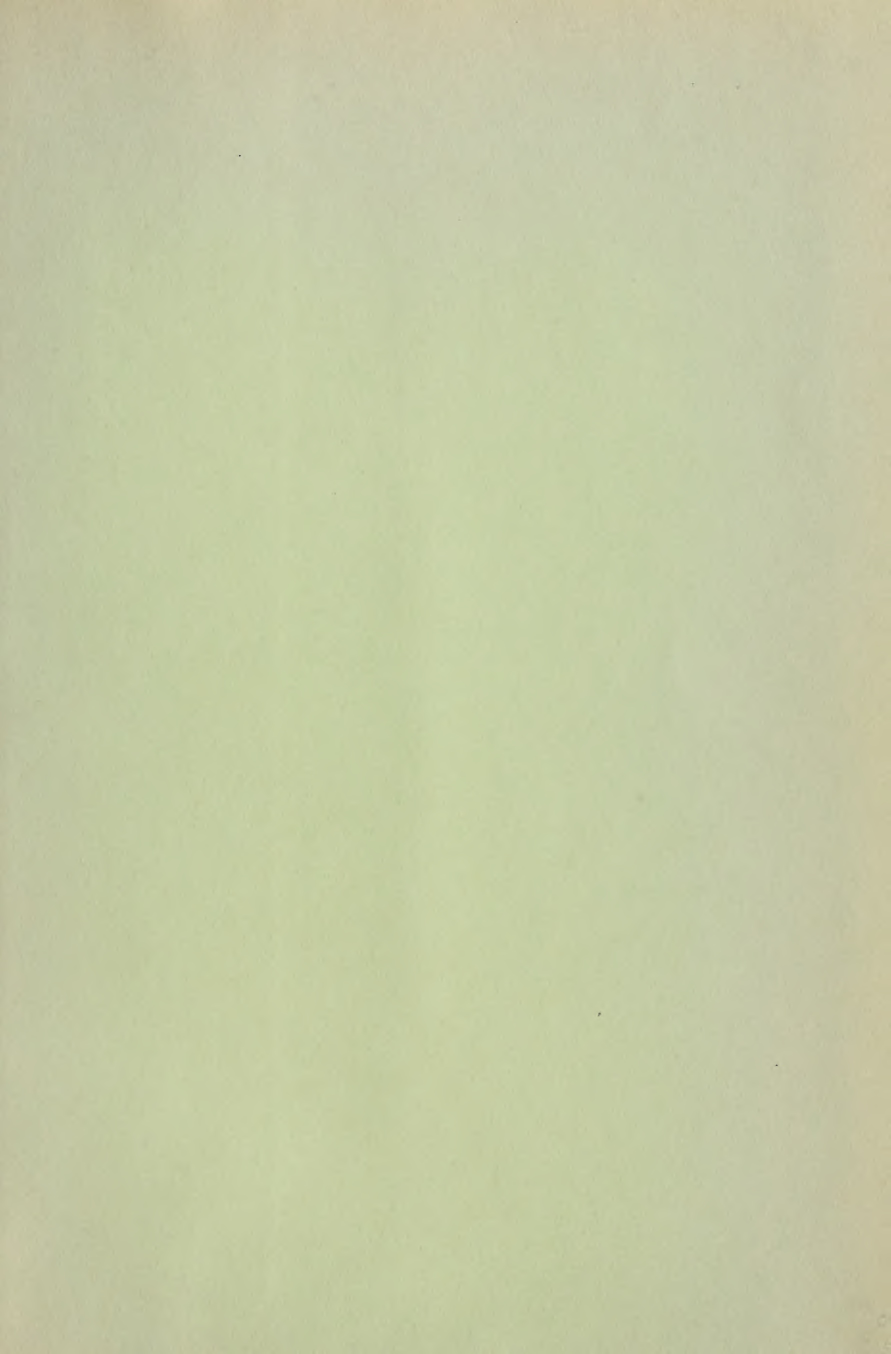
ZU BERLIN.

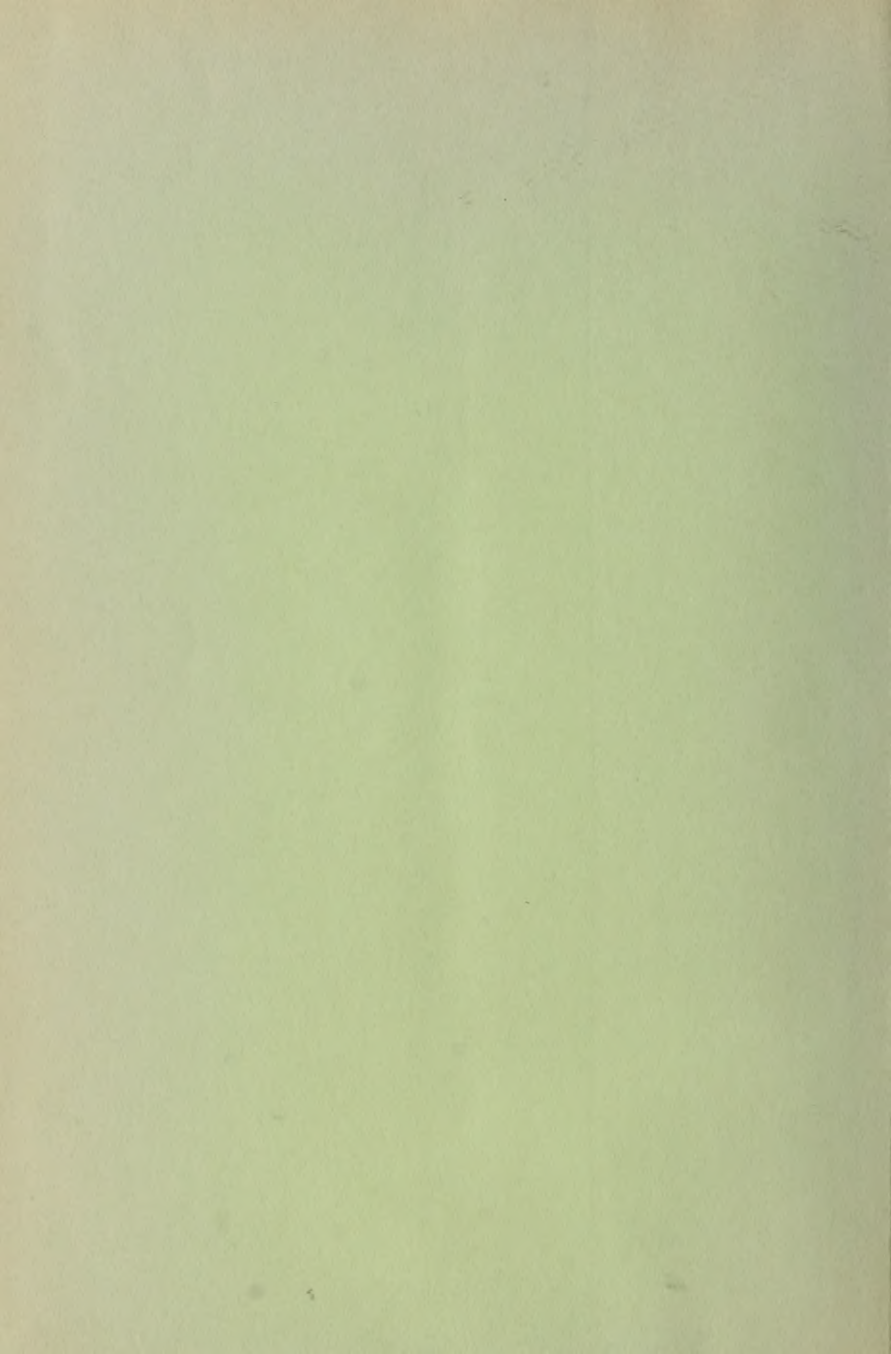
gr. 8. Geheftet. Preis des Jahrgangs 8 M.

Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung erbietet sich ferner denjenigen Empfängern der »Sitzungsberichte« oder der »Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Mittheilungen«, welchen diese Schriften von Seiten der Akademie, jedoch nur in längeren Zwischenräumen gesammelt zugesandt werden, dieselben in einzelnen Stücken sogleich nach deren Ausgabe durch die Post, gegen Erstattung der Selbstkosten, zuzusenden. Diejenigen Empfänger, welche diese Bezugsart vorziehen, wollen sich deshalb direct mit der genannten Buchhandlung in Verbindung setzen.












SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 9232